3 1761 09128683 1

Agric
D

Festschrift

anläßlich des siebzigsten Geburtstages

von

Julius Stoklasa

Dr. phil. et Dr. techn. h. c.
Prof. der tschechischen, technischen Hochschule in Prag
Direktor d. staatlichen landwirtschaftl. Versuchsstationen
Vizepräsident der tschechoslowakischen Akademie
der Landwirtschaft usw.

In Verbindung mit zahlreichen Mitarbeitern

herausgegeben von

Dr. Ing. Ernst Gustav Doerell
Supplent für Landwirtschaft und Pedologie der deutschen technischen Hochschule in Prag.

Dr. Ing. Jaroslav Kříženecký
Dozent der landwirtschaftlichen Hochschule in Brünn.

Ing. Dr. Eduard Reich
Ministerialrat im Landwirtschaftsministerium, Generalsekretär der tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft.

Ing. Bohuš Vláčil
Professor der Höheren landwirtschaftlichen Schule in Prag.

Mit 30 Textabbildungen und 2 Tafeln

235869.
20. 9. 29.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29
1928

738

Germany

Předmluva.

Československá Akademie Zemědělská v Praze uvítala s radostí úmysl nakladatelství Paul Parey v Berlíně vydati slavnostní spis ku poctě sedmdesátých narozenin svého vicepresidenta prof. Dr. Julia Stoklasy a převzala péči o redakci spisu.

V krátké době sešlo se 45 příspěvků od předních vědeckých pracovníků různých národů, z nichž vzniknul rozsáhlý spis, jemuž nakladatelství dalo pečlivou úpravu, který líčí jednak celoživotní dílo našeho jubilanta, jeho život, práci a hodnotící zejména jeho vědecké zásluhy o povznesení zemědělslví, jednak četnými vědeckými pojednáními o různých časových problémech vědy a praxe zemědělské jest zajímavým dokladem mezinárodní solidarity vědecké. Stoklasův slavnostní spis soustředil tolik příspěvků z oborů, v nichž oslavenec sám vědecky s úspěchem pracoval, že jest též významným dokladem jeho mezinárodního významu.

Stoklasa jako příslušník malého slovanského národa vykonal v agrochemii a biologii veliké dílo, které upoutalo pozornost i na foru světovém, kde snažil se vždy uplatniti svoji práci ve prospěch veškerého zemědělství. Záhy poznal, že jest kulturní povinností i vědeckých badatelů zemědělských pracovati mezinárodně pro silné zemědělství a Stoklasa zvláště svými pracemi o tvorbě nové živé hmoty a výživě získal si velikého uznání celého světa. A za to jsme mu zvláště vděčni, poněvadž také ve svých pracích informoval odborný svět o našem vyspělém zemědělství a československé vědecké práci zemědělské, kterou prvý soustavně uváděl na forum mezinárodní. Tak přispěl, aby i náš národ svou prací uplatňoval se v mezinárodním zápolení zemědělském jako důležitý činitel, který usiluje o pokrok v zemědělství a který dosaženými výsledky přispěl též ke kulturnímu bohatství lidstva.

Jako prvý vicepresident Československé Akademie Zemědělské, získal si nesmrtelných zásluh o její založení a pracovní program. Zde měl příležitost svůj program prohloubiti a prakticky uskutečňovati. Proto byl touto vědeckou institucí zvolen čestným členem. Usiluje i zde o čilý mezinárodní kontakt a jest také i tato jeho práce významnou složkou jeho bohaté činnosti, která jde daleko za hranice Československa.

Děkuji všem autorům, kteří do slavnostního spisu přispěli, redakci i nakladatelství za ochotnou spolupráci, která vytvořila krásné dílo, jež bude vždy nejkrásnějším aktem uznání veliké práce našeho jubilanta a toho, co svým životem vytvořil.

V Praze v únoru 1928.

Dr. Milan Hodža
ministr školství a národní osvěty, president
Československé Akademie Zemědělské.

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/31761091286831

Vorwort.

Die Tschechoslowakische Akademie der Landwirtschaft hat die Absicht des Verlages Paul Parey in Berlin, eine Festschrift zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes ihres Vizepräsidenten, Professor Dr. Julius Stoklasa herauszugeben, mit großer Freude begrüßt und die Redaktion derselben gerne übernommen.

Binnen kurzer Zeit langten 45 Beiträge von namhaften Gelehrten der verschiedenen Nationen ein und so ist eine umfangreiche Schrift entstanden, deren sorgfältige Ausstattung dem Herrn Verleger zu danken ist. Sie schildert das Lebenswerk unseres Jubilanten, sein Leben, seine Arbeit, vor allem seine Verdienste um die Hebung der Landwirtschaft durch seine wissenschaftliche Tätigkeit, besonders durch seine zahlreichen wissenschaftlichen Abhandlungen über verschiedene aktuelle Fragen der Wissenschaft und Praxis und ist ein interessantes Dokument für die internationale wissenschaftliche Solidarität. Die Stoklasa-Festschrift enthält eine so bedeutende Zahl von Beiträgen aus Gebieten, in welchen sich der Jubilant selbst wissenschaftlich mit Erfolg betätigte, daß sie als ein bedeutsamer Beleg für seine internationale Bedeutung betrachtet werden kann.

Als Angehöriger eines kleinen slawischen Volkes schuf Stoklasa auf dem Gebiete der Agrikulturchemie und Biologie ein großartiges Werk, das selbst vor dem Forum der Welt Beachtung gefunden hat. Auf den genannten Gebieten war Stoklasa stets bestrebt, seine Arbeit zum Vorteil der gesamten Landwirtschaft zur Geltung zu bringen. Er erkannte sehr bald, daß auch den wissenschaftlichen Erforschern der Landwirtschaft von der Kultur die Aufgabe gestellt wurde, international für eine starke Landwirtschaft zu arbeiten, und da hat Stoklasa besonders durch seine Arbeiten über die Bildung der lebenden Pflanzensubstanz und über die Pflanzenernährung sich die Anerkennung der ganzen Welt erworben. Und dafür sind wir ihm dankbar, weil er durch seine Arbeiten der fachwissenschaftlichen Welt die Kunde von unserer vorgeschrittenen tschechoslowakischen Landwirtschaft und der Arbeit der Tschechoslowaken auf landwirtschaftlich-wissenschaftlichem Gebiete gab, die er wohlüberlegt als erster vor das Weltforum brachte. Auf diese Art hat er dazu beigesteuert, daß sich auch unser Volk durch eigene Arbeit als wichtiger Faktor im internationalen Wettbewerb Geltung verschaffte in dem Bestreben, den landwirtschaftlichen Fortschritt zu fördern und durch die abgeleiteten Ergebnisse zur Bereicherung der Kulturgüter der Menschheit beizutragen.

Als erster Vizepräsident der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft erwarb er sich unvergängliche Verdienste um ihre Begründung und ihr Arbeitsprogramm. Hier war ihm Gelegenheit geboten sein Arbeitsprogramm zu

vertiefen und praktisch zu verwirklichen. Aus diesem Grunde hat ihn diese wissenschaftliche Institution auch zu ihrem Ehrenmitgliede ernannt. Sein Bestreben geht auch hier dahin, lebhafte internationale Beziehungen zu pflegen und es erscheint auch diese seine Arbeit als eine bedeutungsvolle Komponente seiner reichen Betätigung, welche weit über die Grenzen der Tschechoslowakei gedrungen ist, von Erfolg gekrönt.

Ich danke allen Autoren, die Beiträge für diese Festschrift geliefert haben, ferner der Redaktion und dem Verlag für die bereitwillige Mitarbeit, die bewirkte, daß dieses schöne Werk geschaffen wurde, das die schönste Anerkennung für das großzügige Streben unseres Jubilanten und das, was er schuf, darstellen wird.

Prag, im Feber 1928.

Dr. Milan Hodža,
Minister für Schulwesen und Volkskultur,
Präsident der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft.

Preface.

The Czechoslovak Academy of Agriculture in Prague welcomed the decision made by the publishing house of Paul Parey, Berlin, to issue a volume of appreciation in honour of the seventieth birthday of Professor Stoklasa, the First Vicepresident of the Czechoslovak Academy of Agriculture, and very willingly took over the responsibility for the editorial duties in connection with this work.

Within a very short time, forty five contributions were received by the editors from the foremost scientific workers of various nations; in this manner an extensive study came into being, the publishers exercising great care to put it into a suitable form. The study, a review of the life-work of its subject, Professor Stoklasa, outlines the development of his life and activities and establishes the value of his labours in the cause of the improvement of Agriculture. Again, it is an interesting proof of the solidarity of international science, regarded from the point of view of the numerous valuable opinions it contains on scientific topics and problems encountered in the practice of agriculture. The number of contributions which have been received by the editors is in itself a sufficient proof of the international standing of Professor Stoklasa.

Professor Stoklasa, a member of a small Slav nation, carried out highly important work in agricultural chemistry and biology, and because he always strove to make the fruits of his labours available for agriculture as a whole, without regard to nationality or frontier, his efforts received the closest attention of specialists all over the world. At an early period of his life he became imbued with the ideal that every agrciultural research worker should devote himself to work of international importance for the benefit of his subject from the international angle, and thus it was that he laboured in the agricultural research field. Stoklasa won the recognition of all authorities by virtue of his enquiries into the reproduction of organic matter and into the question of nutrition. We should be especially grateful to him because of the fact that, in giving the results of his labours to the whole world, he drew attention to the high development of his country's agriculture, and cast additional glory on Czechoslovak scientific activities in the agricultural sphere. He carried out systematic pioneer work when he introduced to the notice of the world the labours of his Czechoslovak fellow-workers and his efforts contributed largely to the reputation which his country was able to establish for herself in foreign competition and as an important factor in the promotion of agricultural progress; he also enabled her to contribute largely to the sum-total of humanity's culture.

As First Vicepresident of the Czechoslovak Academy of Agriculture, Professor Stoklasa earned undying fame for his efforts in connection with the foundation of that body and of the formulation of its working plan. He found here

the opportunity of extending his programme and of overseeing its materialisation. In recognition of his merits, he was elected an Honorary Member of this scientific institution. The encouragament of a robust international cooperation has always been one of his aims, and the complicated ramifications of his innumerable activities make themself felt for the general good of humanity far beyond the frontiers of his native land.

I thank all contributors, the editorial staff and the publishers for their willing and efficient cooperation in the compilation of this work, — a work which will remain for all time as the most eminently fitting tribute paid in grateful recognition of the energy and the merits of Professor Stoklasa.

Prague, February 1928.

Dr. Milan Hodža,
Minister of Education,
President of the Czechoslovak
Academy of Agriculture.

Préface.

C'est avec satisfaction que l'Académie Tchécoslovaque d'Agriculture à Praha a accueilli l'intention de la librairie Paul Parey à Berlin de donner aux intéressés un ouvrage de gala destiné à rendre hommage, à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire de la naissance, au professeur Dr Julius Stoklasa, vice-président de l'Académie, et c'est avec non moins d'empressement qu'elle s'est chargée des soins à donner à la rédaction de l'ouvrage en question.

En peu de temps, on a vu se réunir 45 études provenant des principaux travailleurs scientifiques de diverses nations, études dont l'ensemble a donné naissance à un vaste ouvrage que la librairie a su revêtir d'une forme des meilleures et des plus adéquates, et qui d'un côté, dépeint, le labeur de toute la vie de notre savant et évalue notamment ses mérites concernant le relèvement de l'agriculture au point de vue de la science, et, de l'autre, par les nombreux traités sur les problèmes d'actualité relatifs à la science et à la pratique agricoles, constitue un document intéressant de la solidarité scientifique internationale. Les études concentrées dans le présent ouvrage et ayant trait à tous les domaines de la science où notre savant continue à travailler avec beaucoup de succès, prouvent une fois de plus l'importance internationale du Dr Stoklasa.

Le Dr Stoklasa, fils d'une petite nation slave, a accompli une grande oeuvre en agrochimie et biologie qui attirait l'attention du forum mondial même où il s'efforçait de faire valoir les résultats de ses travaux pour permettre à l'agriculture entière d'en bénéficier.

Bientôt il s'est rendu compte de ce qu'il était une obligation culturelle aussi pour les savants agricoles de travailler d'une façon internationale à créer une agriculture forte, et c'est ce que le Dr Stoklasa avait fait notamment par ses travaux portant sur la formation d'une nouvelle matière vivante et sur l'alimentation, travaux qui lui ont valu l'appréciation du monde entier. Et voilà pourquoi il a toute notre reconnaissance, étant donné que, dans ses travaux, il avait informé les classes des spécialistes sur notre agriculture développée pour le mieux et sur le travail scientifique tchécoslovaque en agriculture lequel il était le premier à introduire sur le champ de travail international. Ainsi il a contribué à ce que notre nation se fît aussi valoir dans la lutte internationale en sa qualité de facteur important qui tend de toutes ses forces à obtenir le progrès en agriculture et qui, par les résultats obtenus, a aidé à augmenter les richesses culturelles de l'humanité.

Il s'est immortalisé par les mérites qu'il s'était acquis en encourageant de son mieux la création de l'Académie Tchécoslovaque d'Agriculture dont il est le premier vice-président et dont il a élaboré le programme du travail. C'est là qu'il a trouvé l'occasion d'approfondir aussi, d'une façon soutenue, son pro-

gramme à lui qui est de grande envergure, et de le mettre à exécution. Voilà ce qui l'a fait élire membre honoraire de cette institution scientifique. Même ici, ses efforts tendent à entretenir des relations internationales suivies pour mettre en communication les esprits scientifiques, et les services insignes qu'il rend à l'Académie constituent un élément très important de sa large activité qui va bien loin au-delà de la frontière de la Tchécoslovaquie.

J'ai l'honneur de faire mes remerciements à tous les auteurs des études, à la rédaction et aux éditeurs de leur collaboration empressée dont le résultat est le présent bel ouvrage qui attestera toujours les hommages rendus au labeur de toute la vie de notre savant, le Dr Julius Stoklasa.

P r a h a , février 1928.

Dr M i l a n H o d ž a ,
Ministre de l'Instruction Publique,
Président de l'Académie Tchécoslovaque d'Agriculture.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Předmluva 3
Vorwort 5
Preface 7
Préface 9

I. Teil.

Das Leben und das Werk.

Kuneš Sonntag: Dem Pionier des landwirtschaftlichen Fortschrittes 15
Dipl. Agr.-Ing. Dr. Edward Reich: Dr. Jul. Stoklasa (Biographische Skizze) . . . 19
Ing. Dr. Karel Bachrach: L'importance du travail scientifique du Dr. Stoklasa en ce qui concerne l'agriculture dans les regions montagneuses de la Tchécoslovaqui . 55
Dr. Ing. František Chmelař: Würdigung der Tätigkeit Stoklasas auf dem Gebiete der Pflanzenproduktion 65
Ing. Dr. František Ducháček: Die Bedeutung der wissenschaftlichen Arbeit Dr. Stoklasas über die Enzyme 69
Ing. Agr. Dr. František Duchoň: Die Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete des Ersatzes der Pflanzennährstoffe 75
Eugen Faith: Prof. Dr. Julius Stoklasa über das Problem der Kohlensäure- und Bakteriendüngung 81
Hugo Haehn: Julius Stoklasas Enzymarbeiten im Rahmen des Energiestoffwechsels . 89
Dr. Ing. Agr. Jaroslav Kříženecký: Die Bedeutung Stoklasas für die Ideenentwicklung der landwirtschaftlichen Wissenschaften und des landwirtschaftlichen Versuchswesens bei uns 103
Ing. Basil Macalík: Prof. Dr. Julius Stoklasa als Gründer einer Kunstdüngerfabrik und technischer Chemiker 109
Dr. Leon Marchlewski: Die Bedeutung der Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete der Pflanzenbiochemie 113
Dr. Václav Novák: Die Arbeiten Prof. Dr. Stoklasas auf dem Gebiete der Bodenchemie und Bodenbiologie 119
Sir John Russell: Dr. Stoklasa's work concerning the circulation of the nitrogen in the soil 131
Dr. Jaroslav Smolák: Die Arbeiten Prof. Dr. J. Stoklasas auf dem Gebiete der Phytopathologie 133
Dr. Ing. Václav Vrbenský: Über die Bedeutung der Arbeiten Prof. Stoklasas für die Forstwirtschaft 139

II. Teil:

Wissenschaftliche Beiträge aus den Forschungsgebieten Stoklasas.

Dr. K. Aso: On the Universal Presence of Manganese Compounds in Plants and their Physiological Significance 145
Dr. Oskar Baudisch: Über die Bildung von Farbstoffen aus natürlichen Pyrimidinen . 151
Dr. J. Bodnár: Beiträge zur biochemischen Wirkung des Kaliumions 161
Dr. K. Boresch und J. Sachse: Zur Frage nach der Bedeutung der Kieselsäure in der Ernährung des Hafers 167

Seite

Dr. Emanuel Chalupný: Concerning Biology, Sociology and Psychology in the System of Sciencies 177
Dr. Ing. E. G. Doerell: Landwirtschaftliche Betrachtungen zum Rauchschadenproblem 183
Dr. O. Eckstein und Dr. A. Jakob: Die Ermittlung des Kalizustandes der Böden unter besonderer Berücksichtigung der diagnostischen Methoden 191
Dr. Viktor Grafe: Die Phosphatidforschung in ihren Beziehungen zur Landwirtschaft 205
Dr. D. J. Hissink: Zusammenhang zwischen der Azidität des Bodens und der Zersetzung der organischen Substanzen im Boden 211
Dr. Karl Kürschner: Über den derzeitigen Stand der Ligninfrage 219
Dr. Ing. Ludwig von Kreybig: Praktisch wichtige landwirtschaftlich-bakteriologische Probleme 247
Dr. J. G. Lipman: Research in the Field of Biochemistry. 253
Dr. H. Lipschütz: Über die Entwicklung, den derzeitigen Stand und die Zukunftsmöglichkeiten des Superphosphatverbrauches in der Tschechoslowakei 255
Dr. Karel Macek: Der Rotlauf der Schweine und die Rotlaufimpfungen in der Čs.-Republik 261
Dr. Karl Neuberg und Dr. Maria Kobel: Milchsäurebildung in Blättern grüner Pflanzen 269
Dr. Ing. H. Niklas: Über die Verbreitung des Azotobakters im Boden unter Berücksichtigung der dabei maßgebenden Verhältnisse 279
Ing. Jan Pitra: Die Anfänge der Bestrebungen nach qualitativer Verbesserung der tschechoslowakischen Gersten 289
D. N. Prianischnikov: Über Umsatz der stickstoffhaltigen Stoffe bei Pflanzen und Tieren 297
Dr. E. H. Reinau: Bodenatmung und Fruchtbarkeit 305
Dr. Rötger: Gewinnung von Ammoniak nach dem Haber-Bosch-Verfahren und seine Verarbeitung auf Düngemittel 323
Dr. Giacomo Rossi: Die direkte bakterio-mikroskopische Untersuchung des Ackerbodens 341
Dr. Karl Scharrer: Beiträge zur Biochemie des Jods 353
Dr. h. c. Franz Schindler: Über die Notwendigkeit der Erforschung und Erhaltung der Getreidelandrassen im Hinblick auf ihre züchterische und wirtschaftliche Bedeutung 363
E. Schribaux: Contribution à la Solution du Problème de la Vie Chère: Le Rajeunissement des Prairies Naturelles 377
Ing. Dr. Jar. Spirhanzl: Die Bodenmonolithe 381
Dr. J. Velenovský: Die Drosera-Kultur in Böhmen 391
Dr. Václav Vilikovský: Der Kreislauf der Stoffe in den landw. Industrien 395
Dr. Władyslaw Vorbrodt: La valeur des phosphates polonais comme engrais phosphatés 411
Dr. Jan Włodek, Jan Czynciela, Kazimierz Strzemieński: Untersuchung über die Reaktion des Preßsaftes von Knollen verschieden gedüngter Kartoffeln 427

Erster Teil

Das Leben und das Werk

Dem Pionier des landwirtschaftlichen Fortschrittes!

(Kundgebung des Gutsbesitzers Kuneš Sonntag, Vizepräsidenten der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft und Ministers a. D. anläßlich der zu Ehren des 70. Geburtsfestes Dr. Julius Stoklasas am 22. Oktober 1927 in Prag abgehaltenen Festversammlung.)

Aus allen Gauen der Republik sind wir, die Vertreter der landwirtschaftlichen Wissenschaft und Praxis, die Vertreter der höchsten Staats- und Selbstverwaltungsämter, der Hochschulen und fachlichen Lehranstalten zusammengekommen; wir sind gekommen vom Felde, aus den Laboratorien, Werkstätten und Fabriken, um der Arbeit und dem Lebenswerk eines Mannes zu huldigen, der uns Führer, Lehrer, Freund war, unserem Professor Dr. Julius Stoklasa gelegentlich seines 70. Geburtsfestes. Wir wollen ihm danken aus der Tiefe unserer Herzen für all die Riesenarbeit, die er im Interesse der Wissenschaft, unserer Landwirtschaft und unseres Staates geleistet hat.

Den aufrichtigen und herzlichen Glückwunsch verdolmetschte Ihnen im Namen der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft am Tage Ihres Geburtsfestes unser Präsident, Herr Minister Dr. Milan Hodža bei Ihnen zu Hause, in der Villa Gröbe und wir schließen uns freudigst der großen Reihe der Glückwünschenden an, indem wir Ihnen für die weiteren Dezennien Ihres segensreichen Wirkens alles Gute und Erfolg in höchstem Maße wünschen.

Zweck unserer heutigen Festversammlung ist jedoch nicht nur der Sie zum siebzigsten Geburtstag zu beglückwünschen; wir wollen diesen festlichen Anlaß dazu benutzen, um die volle Wertschätzung Ihrer wissenschaftlichen und organisatorischen Arbeit auszusprechen und Ihnen zu sagen, wie hoch wir und unsere gesamte Öffentlichkeit Ihr Werk einschätzen und daß wir stolz darauf sind, einen Mann von so ausgesprochenem Weltruf zu besitzen, wie es unser Professor Dr. Julius Stoklasa ist. Die Würdigung dieser Arbeit werden wir heute aus berufenem Munde hören. Ich möchte von dieser Stelle aus nur die volkswirtschaftliche Bedeutung der Arbeit Dr. Stoklasas würdigen als Beweis dafür, wie die wissenschaftliche Arbeit direkt in die praktischen Fragen der Wirtschaftspolitik eingreifen und wie sie zur Lösung der schwierigsten Probleme der Volkswirtschaftspolitik der Staaten beitragen kann. Ich meine hiermit diejenigen Arbeiten Stoklasas, welche die Hebung der landwirtschaftlichen Produktion zum Gegenstande haben. Die „Steigerung der photosynthetischen Tätigkeit der grünen Zelle und die Förderung des Stoff- und Kraftwechsels im Organismus der Lebe-

wesen sowie die Hebung der landwirtschaftlichen Produktion auf die höchste Stufe unter Berücksichtigung einer entsprechenden Rentabilität, das war, das ist die Verkörperung der Ziele der gesamten Landwirtschaft und wird es immer bleiben.“ In diesem von Professor Stoklasa geprägten Satze, den er der Tätigkeit der mährischen Landes-Versuchsanstalten in Brünn auf die Stirn drückte, ist das Programm enthalten, für dessen Verwirklichung wir uns mit der Akademie der Landwirtschaft zu einer Einheitsfront zusammengeschlossen haben.

Friedrich List, der große Vorkämpfer für den Schutzzollgedanken hat seinerzeit die deutsche Volkswirtschaft mit dem Leib eines arbeitenden Menschen verglichen, der nur einen natürlichen Arm besitzt und gezwungen ist, sich auf der anderen Seite für den Bedarf seiner Industrie einer Prothese zu bedienen. Er wollte, daß dieser deutsche Mann sich einen zweiten natürlichen Arm wachsen lasse und wies neidvoll auf seinen englischen Nachbar hin, der damals zwei natürliche Arme besessen hatte. Indessen ist aber England soweit gekommen, daß es nunmehr auch nur einen natürlichen Arm besitzt und sich für den Bedarf der Landwirtschaft einer Prothese in der Gestalt der Getreideeinfuhr bedienen muß. Einen großen Staat mit nur einem Industriearm, wie das heutige Groß-Britannien, gab es damals überhaupt nicht. Es war daher das Bestreben vorhanden zu einer Vollkommenheit, zur Harmonie, zum System der zwei Arme, zur volkswirtschaftlichen Selbstgenügsamkeit zu gelangen.

Die Volkswirtschaft pflegte man mit einem Etagenbau zu vergleichen: Das starke mächtige Erdgeschoß ist die Landwirtschaft, auf der das erste Stockwerk, die Industrie, aufgebaut ist. Je besser und solider das Erdgeschoß, desto sicherer ist der Stockwerksbau. Je kräftiger und gesünder die Landwirtschaft, desto naturgemäßer sind die Bedingungen für das Anwachsen der Industrie. Jede Einfuhr von unentbehrlichen Waren, die wir selbst zu erzeugen in der Lage wären, ist eine Fessel, die uns an das Ausland kettet.

In negativem Sinne, d. h. um auszudrücken, was dieses Ziel nicht bedeutet, drückte sich Oldenberg aus: Dies bedeutet naturgemäß nicht das Eingehen der auf Export arbeitenden Industrie, auch nicht ein einseitiges agrarisches Schutzzollsystem oder die Entfachung der belebenden Konkurrenz, nicht einen Handelsstaat, wie ihn Fichte im Jahre 1880 als Karrikatur vorgeschlagen hatte, es bedeutet nicht die Bremsung der Bevölkerungszunahme und auch nicht die Aufgabe der Weltpolitik — es bedeutet jedoch, daß wir unsere nationale Existenz nicht auf Sand bauen, sondern auf festen Boden, über den wir selbständig verfügen können. Mit anderen Worten: Wir sollen Herren im eigenen Hause werden!

Darin besteht der große, in seiner Bedeutung bisher nicht genügend gewürdigte Wert Julius Stoklasas, daß alle seine Arbeiten von dem Geiste getragen waren, den Aufbau unserer Volkswirtschaft mit dem mächtigen Unterbau unserer Landwirtschaft zu beginnen, und daß er unsere Öffentlichkeit wie mit Sturmläuten aufrüttelte, auf daß wir eigene Herren werden und bleiben im eigenen Hause!

Langjährige Mitarbeit verbindet mich und die meisten von den Anwesenden mit Ihnen. Stets konnten wir Ihre Energie bewundern, Ihre geniale Konzeption, Ihren Offensivgeist, mit welchem Sie Ihre Ideen in die Tat umsetzten, „Das ist

der Ruf des Blutes", sagten Sie mir unlängst. Und es ist ein Akt der bäuerlichen Dankbarkeit, wenn wir heute, anläßlich Ihres siebzigsten Geburtstages derjenigen gedenken, die Ihnen das Leben gaben, Ihrer lieben Mutter und Ihres Vaters, die längst den ewigen Traum schlafen, wenn wir weiters Ihrer engeren Heimat gedenken, Ihres Litomyšl.

Sie wissen, wie lebhaft es in Litomyšl auf dem Judenberg zuging, der einst, zur Zeit der Böhmischen Brüder der Ölberg hieß, wie aus dem nahen Renaissanceschlosse die Baumalleen des Parkes lockten, wie in den Lauben zu beiden Seiten des langgestreckten Platzes an Frühlingsabenden das Leben sprühte und ich glaube, daß auch Sie zu denjenigen zählten, die nachdenklich die Blicke zum Nedošíner Wald oder zu der Niederung wandten, wo die weite Wasserfläche des Košířteiches in gleißendem Lichte erglänzte.

Die erhabenen Augenblicke des großen Mysteriums der Natur verlebten Sie zu Hause in Litomyšl. Dort wurden erstmals zahllose Träume wie Blüten an einem Baum geboren und dort haben Sie nach eigenem Eingeständnis dieses reine Leben der sprießenden Pflanze, das leise Gemurmel des plätschernden Baches im Grunde, beschattet von lenzverjüngten Erlen, um mit unserem großen Jirásek[1]) aus seinen „Philosophischen Geschichten" zu sprechen, vollkommen verstehen gelernt.

Sie haben die Ideale Ihrer Jugend niemals verraten, deswegen ist Ihr später Sommer mit Glorienschein umgeben und mit einem Kranze reifer Früchte bekränzt und stets durchweht von der werktätigen Liebe.

Und wir — ich spreche hier im Namen der praktischen Landwirte, — wir lieben Sie nicht nur wegen Ihrer Verdienste auf dem Felde der Wissenschaft und Forschung. Wir lieben Sie deshalb, weil Sie uns lehrten, die Wirtschaft mit anderen Augen zu betrachten. Sie haben uns von der schablonenhaften Arbeit zur bewußt-schaffenden geführt, sie lehrten uns die scheinbar tote Natur wieder lebendig machen, so daß wir ihr heute näher stehen, mit ihr fühlen, weil wir alle Prozesse, die in ihr verlaufen, besser begreifen, weil wir alle die chemischen Prozesse, Veränderungen und das reiche Leben des Edaphons verstehen und befähigt sind, sowohl dem Schluchzen der Pflanzen als auch ihren Freuden zu lauschen. Wir verstehen die Sprache der Natur und genießen die edlen Freuden des gewissenhaften Landmannes, so daß heute in der Hand des allgemein und fachlich gebildeten Landwirts Natur und Arbeit sich in Übereinstimmung und Harmonie befinden, durch welche sich seine schaffende Seele an der schönsten aller Symphonien erfreut.

Für diesen Quell der Freude, der edelsten Freude des Landmannes, gebührt Ihnen, Herr Professor, der Dank unserer aufgeklärten Bauern!

Für die Vergangenheit: Vielen Dank! Für die Zukunft: Ihnen und Ihrer Frau Gemahlin: Viele Jahre!

---

[1]) Alois Jirásek, der größte der lebenden tschechischen Dichter, unterrichtete Dr. Stoklasa am Gymnasium zu Litomyšl als Professor der Geschichte.

Dr. Jul. Stoklasa.

(Biographische Skizze.)

Von Ministerialrat Dipl.-Agr.-Ing. Dr. Edward Reich, Generalsekretär der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag.

Dr. Julius Stoklasa*) ist am 9. September 1857 in der altertümlichen Stadt Litomyšl (Leitomischl) im böhmisch-mährischen Höhenzug geboren. Sein Vater Vojtěch (Adalbert) heiratete die Witwe Franziska Vondráček mit zwei Kindern, welche eine gebürtige Italienerin war. Es fließt also in seinen Adern böhmisches und italienisches Blut. Er entstammt einer gesunden und begabten Familie. Seine Mutter starb im Alter von über 70, sein Vater erreichte das Alter von 84 Jahren. In der Familie erhielt er eine sorgfältige Erziehung und wurden ihm keine Hindernisse bei der Wahl des Studiums und des Berufes in den Weg gelegt. Der Knabe lernte sehr gut und fand auch bei seinen Geschwistern aus der ersten Ehe viel Verständnis und Unterstützung. Er lebte in der ländlichen Kleinstadt im ständigen Kontakt mit der Natur, in einer für die Entwicklung seines Talentes besonders günstigen Umgebung. Sein Stiefbruder Vondráček ist Professor geworden und hatte als Philologe ebenso wie seine in Prag verheiratete Schwester großen Einfluß auf die Gestaltung der Schicksale des jungen Stoklasa, der in der zweiten Ehe keine Geschwister hatte.

Abb. 1. Julius Stoklasa als Student im Alter von 17 Jahren.

Schon in der Volksschule zeigte er großes Interesse für die Natur, sammelte Schmetterlinge, Käfer und preßte Pflanzen. Zu seinen Lehrern zählte hier der bekannte Naturforscher und Weltreisende Josef Kořenský, der in zahlreichen vielgelesenen Schriften seine Beobachtungen und Erfahrungen in fremden Ländern besonders der Jugend erschloß. In die Geheimnisse und Schönheiten der Natur führte ihn der Professor Pospíchal, welcher die Naturwissenschaften

*) Sprich: ßtocklassa.

am Gymnasium in Litomyšl lehrte, ein. Als Stoklasa auf das Realgymnasium in Litomyšl gekommen war, wies er schon mit 11 Jahren in der Naturgeschichte solche Kenntnisse auf, daß ihn der Professor Emanuel Bárta als Kustos seines naturwissenschaftlichen Kabinetts einsetzte. Seine Insektensammlung wuchs ständig und in der Tertia und Quarta besaß er schon eine große Sammlung von Mineralien und Gesteinen. Aber das größte Interesse hegte er für die Chemie, welche damals der Professor Procházka vortrug. Dieser junge Professor erkannte sein großes Talent und zog ihn zu verschiedenen Laboratoriumsarbeiten bei. Der lernbegierige Schüler richtete sich dann zu Hause ein kleines Privatlaboratorium ein, welches ihm die Möglichkeit zu verschiedenen Experimenten bot.

Abb. 2. Das Gebäude der höheren landwirtschaftlichen Lehranstalt in Liebwerd (heutige landwirtschaftliche Hochschule), wo Stoklasa studierte.

In seinem 16. Jahre interessierte er sich schon für die Ernährung der Pflanzen, speziell aber für den Boden als Standort derselben und so sammelte er auch Kenntnisse über die Entstehung und Zusammensetzung des Bodens. Außer den hier genannten Gymnasiallehrern der naturwissenschaftlichen Richtung hatte Stoklasa den Vorzug auch Alois Jirásek, den gefeiertsten tschechischen Dichter der Gegenwart zu seinen Lehrern zu zählen.

In dieser Zeit begann er sich ungemein für die Ernährung der Pflanzen zu interessieren. Er kannte damals bereits alle von dem berühmten Physiologen Julius Sachs im physiologischen Institute von Prof. Purkyňe ausgeführten Studien und auf Grund dieser Arbeiten verfolgte er die im Organismus bei der Ernährung der Pflanze sich abspielenden Prozesse. Er führte Wasserkulturversuche durch, weiter brachte er die Pflanzen in verschiedenartigen Medien, wie gemahlenem Granit, Gneis, Basalt, Sandstein, Plänerkalk zur Entwicklung und untersuchte, wie sich die Pflanzen ernähren und welche Erträge erzielt werden,

wenn diesen Böden bloß Wasser zugeführt wird. Seine interessanten Resultate hat er leider nicht publiziert, da er nicht wußte, ob Studien dieser Art nicht schon bekannt seien. Sachs war damals von Prag nach Tharandt und von dort nach Würzburg übersiedelt und Stoklasa sandte ihm seine Arbeiten mit der Anfrage, ob er sie publizieren solle. In einem äußerst liebenswürdigen Brief riet ihm Sachs, die Studien zu ergänzen und sie dann zu publizieren. Die Arbeiten von Sachs, die ersten bahnbrechenden auf diesem Gebiete in Europa, beein-

Abb. 3. Chemisches Laboratorium der landwirtschaftlichen Lehranstalt in Liebwerd, wo Stoklasa an seinen ersten umfangreicheren chemischen Untersuchungen arbeitete.

flußten den jungen Stoklasa ungemein und sein Ideal war, dieselben fortzusetzen, natürlich auf mehr chemischer Grundlage. Diese Arbeiten wurden durch seine Krankheit unterbrochen und hinausgeschoben. Nach seiner Wiederherstellung führte er neue Studien über den Einfluß der schwefligen Säure, Salzsäure, Fluorwasserstoffsäure auf den Pflanzenorganismus aus. Seine Forschungsergebnisse publizierte er damals als Mittelschüler in der böhmischen naturwissenschaftlichen Zeitschrift „Vesmír". Wir sehen also, daß er schon von frühester Jugend an sich mit dem Probleme der Rauchschäden beschäftigte, das er 50 Jahre später in seiner ausführlichen Arbeit „Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen" (Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1923) behandelte und das durch seine Studien heute im Vordergrunde des Interesses steht. Dies zeigt, wie planmäßig und ausdauernd Stoklasa von Jugend an seine Ideen verfolgte, die erst nach so langer Zeit zu voller Verwirklichung gekommen sind. — Das Sammeln von Naturobjekten in der Studienzeit in

Litomyšl war nicht eine bloß systematische und deskriptive Arbeit, sondern er suchte überall die chemische Grundlage der verschiedenen Vorgänge zu erforschen. Schon damals verfolgte er auch die Einwirkung der Böden auf die Entwicklung der Pflanzen und zwar in der Umgebung von Litomyšl, wo sich zahlreiche Formationen vorfinden. Er hatte auch großes Interesse für die vorweltliche Flora und Fauna und sammelte in dieser Beziehung ein schönes Material, mit welchem er sich in späteren Jahren eingehend beschäftigte. Seine Forschungen haben uns Perspektiven angedeutet, unter welchen sich die vorweltlichen Pflanzen und Tiere entwickelt haben.

Mit dem Studium der Gesteinsverwitterung in den verschiedenen geologischen Formationen des böhmisch-mährischen Höhenzuges und der Bodenbildung hat er sich auch schon als Student der Mittel- und Hochschule beschäftigt. Bereits als 15—16 Jähriger hat er diesbezügliche Vorträge in den landwirtschaftlichen und gewerblichen Vereinen in Litomyšl gehalten. Er behandelte namentlich auch die Darwinsche Theorie, weiter die modernen Anschauungen über die Entstehung der Welt usw., wodurch ihm große Unannehmlichkeiten bei einigen Professoren erwuchsen. Die Professoren der Naturwissenschaften, Mathematik, Physik und Chemie waren selbstverständlich seine besten Freunde und unterstützten ihn in seinen Bestrebungen. — Sehr beeinflußt wurde seine Entwicklung durch den Aufenthalt bei seinem Onkel, dem Forstmeister F r a n k o t a in der Ortschaft Horka bei Choceň (Westböhmen). Hier fand der junge Stoklasa im Walde sein Heim. Ganze Tage verbrachte er in der Natur und ließ deren Zauber auf sich wirken. Er beobachtete die Bildung des Bodens, das Leben und Treiben der Tiere und Pflanzen und empfing tiefe Eindrücke, die ihm für immer unvergeßlich blieben. Er schrieb über seine damaligen Erkenntnisse in der tschechischen forstwirtschaftlichen Zeitschrift „Háj", deren Redakteur Josef Doležal ihn stets zu weiterer Arbeit aufmunterte, denn er erkannte in S t o k l a s a einen ideal veranlagten, scharfen Beobachter. Interessant ist aus dieser Zeit Stoklasas Schrift über die Verbreitung der Pseudoskorpione unter der Baumrinde der Waldbäume, die er dem Naturforscher und Afrikareisenden Dr. A. S t ö c k l e r, mit dem er in lebhafter Korrespondenz stand, einschickte, weiter seine Beobachtungen über den Einfluß des Charakters des Bodens auf die Entwicklung der Waldbestände, die als ein deutlicher Beweis seines außerordentlichen Talentes damals allgemein große Bewunderung auslösten. Er beschäftigte sich gründlich mit dem Studium der geologischen Werke von R e u ß über die Versteinerungen der Kreideformation in Böhmen, mit den Schriften von B a r r a n d e über die Silurformation und von K r e j č í und F r i č über die naturwissenschaftliche Durchforschung Böhmens. Er abonnierte die Chemické Listy (Chemische Blätter) und meldete sich als Mitglied des Chemikervereins an. Seine Bestrebungen gingen dahin, nach Prag zu kommen um mit den zeitgenössischen Naturforschern und Chemikern persönlichen Kontakt zu pflegen. Dieser Wunsch ging in Erfüllung, als er während der Schulferien in Prag bei seiner Schwester weilte. Damals faßte er in seinem Innern den Entschluß, an der tschechischen technischen Hochschule dereinst als Lehrer zu wirken. Diesem Ideale blieb er treu, und ungeachtet der materiell äußerst günstigen Positionen, die sich ihm in der Praxis boten, strebte er stets danach Professor

Abb. 4. Dr. Julius Stoklasa im Alter von 35 Jahren als Inspektor der chemischen Fabrik in Peček.

zu werden und sich vollständig der physiologischen Chemie zu widmen, was er dank seiner unermüdlichen Energie und Willenskraft auch erreichte. In Prag hatte er durch die Besuche bei seiner Schwester genügend Gelegenheit die Bekanntschaft des damaligen größten Geologen und Paläontologen Barrande, weiter des Professors der Geologie Krejčí, des Zoologen Frič, des Petrographen Bořický, des Chemieprofessors Šafařík u. a. m. zu machen. Weiter lernte er auch die übrigen Prager jungen Forscher, die auf dem Gebiete der Botanik, Mineralogie, Geologie und Paläontologie arbeiteten, kennen, mit denen er in späteren Jahren in eifrigem Briefwechsel stand. Auf diese Weise erhielt er viele neue Eindrücke, die ihn selbstverständlich sehr beeinflußten.

Mit Hilfe verschiedener im Walde lebender Naturmenschen, mit denen er in Berührung bei seinem Onkel Frankota gekommen war, hatte er eine Sammlung von Vogeleiern angelegt und beabsichtigte eine Monographie mit Abbildungen herauszugeben. Als er jedoch von Prof. Frič in Prag erfuhr, daß ein solches Werk bereits vorhanden sei, weinte er um die vergebliche Zeit und Mühe, die ihn die Sammlung gekostet hatte. — Als Student suchte er stets die Gesellschaft von Naturfreunden und -kennern. Sehr viel verkehrte er mit dem Privatgelehrten, dem Schuster und Küster Matějka in Litomyšl. Dieser, ein Mann von anarchistischer Gesinnung, war ein eifriger Naturforscher, bezog zahlreiche naturwissenschaftliche Zeitschriften und besaß eine ziemlich große Bibliothek. Der Dechant Santa, bei dem er diente, war äußerst fortschrittlich und ebenfalls ein großer Naturfreund und, da er den jungen Stoklasa sehr gern hatte, trat er gegen dessen Freund Matějka nicht auf. Stoklasa wußte sich den Verkehr als eine Fundgrube seines Wissens wohl zu schätzen. Matějka war äußerst belesen, hatte ein großes Wissen und stellte dem jungen Stoklasa naturwissenschaftliche Werke zur Verfügung, zu denen dieser sonst nie gekommen wäre. So z. B. war ihm die Möglichkeit geboten, in die Lehre Darwins einzudringen usw. Eine weitere Unterstützung in seinen Studien fand er in Prag bei dem Bibliothekar des Nationalmuseums, dem Botaniker Dr. Ruda, durch welchen er ebenfalls zahlreiche Literatur kennen lernte und über die naturwissenschaftlichen Forschungen in Böhmen unterrichtet wurde. Ruda war ein Mitarbeiter und Freund der großen tschechischen Naturforscher Svatopluk und Bořivoj Pressl und verkehrte mit den berühmten böhmischen Naturforschern Corda, Zippe, und den Grafen Sternberg. Mit allen diesen Gelehrten kam Stoklasa in Berührung und lernte so die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschung in seiner Heimat kennen. Durch diese Eindrücke wurde er für die wissenschaftliche Arbeit begeistert und war von tiefer Ehrfurcht und Bewunderung für die großen Forscher erfüllt, die er als Übermenschen verehrte. Er war ganz durchdrungen von Forschungslust und stets bestrebt, immer mehr und mehr in die Geheimnisse der Natur einzudringen.

Beachtenswert war sein Besuch bei Barrande in Prag. Der berühmte französische Geologe fragte den jungen Studenten, warum er zu ihm komme, und welche Pläne er habe und er erfuhr von ihm, was er studiere und wie er zu der Ansicht gelangt sei, daß die Paläontologie gemeinsam mit der Chemie arbeiten müsse, da es sich nicht nur um das Sammeln der Versteinerungen handle, sondern um die Erkenntnis ihrer Zusammensetzung zum Zwecke der

Beurteilung des Lebens der vorweltlichen Organismen. Aus dieser Unterredung gewann Stoklasa eine Anregung zu weiterer intensiver Arbeit in dieser Richtung und verließ den Gelehrten bereichert um zahlreiche gute Ratschläge.

Die Gesundheit des jungen Studenten litt sehr durch die anstrengende Arbeit in seinem primitiven Laboratorium. Er zog sich ein Lungenleiden zu. Er war damals Absolvent der Sexta und die Ärzte empfahlen ihm dringend eine Luftveränderung. Die fortschrittlichen und gebildeten Beamten der Herrschaft Thurn-Taxis in Leitomischl, mit denen er häufig in Berührung kam, rieten ihm, sich dem Studium der Landwirtschaft an dem höheren landwirtschaftlichen Institut in Liebwerd bei Tetschen zu widmen. Da er feststellte, daß an der Anstalt viel Chemie und Naturwissenschaft vorgetragen wurde, ließ er sich zu Beginn des Schuljahres 1873—1874 dort einschreiben. So wurde Dr. Stoklasa Landwirt und widmet sich diesem Gebiete systematisch beinahe 55 Jahre. Er war für das Studium an dem landwirtschaftlichen Institute sehr gut vorbereitet. Er hatte gute Kenntnisse in der qualitativen Chemie und besaß bereits einiges Wissen in der quantitativen Chemie. Es ist kein Wunder, daß er bald der Liebling und Mitarbeiter des hervorragenden Professors Dr. Ullik wurde. Es war dies ein ausgezeichneter Gelehrter, der Schüler von Redtenbach und Wöhler und hat als Professor des Instituts in Liebwerd zahlreiche wertvolle Arbeiten geliefert. Stoklasa war an einem großen Teile derselben in hervorragender Weise beteiligt und da diese in der wissenschaftlichen Welt, sowie in den weiteren landwirtschaftlichen Kreisen große Aufmerksamkeit hervorriefen, wurde er zu weiteren selbständigen Arbeiten angeregt, die er in Prof. Ulliks Laboratorium und unter seiner Leitung ausführte. Stoklasa verbrachte den ganzen Tag in seinem Laboratorium und arbeitete bis in die späten Abendstunden. Damals beschäftigte er sich mit dem wichtigen Problem, wieviel mineralische Bestandteile die Elbe jährlich in ihren Wassern aus Böhmen ausführt. Es war dies eine sehr schwere Aufgabe. Eine lange Zeit hindurch mußten Wasserproben bei Herrnskretschen entnommen und eine ständige Analyse der Bestandteile durchgeführt werden. Die Resultate waren überraschend und zeigten, daß besonders die nichtregulierten Flüsse den Gehalt unserer Böden an Mineralstoffen, den so wichtigen Pflanzennährstoffen, benachteiligten. — Ebenso bedeutend war die Arbeit bezüglich der Stickstoffmengen, die in Form von Ammoniak und Stickstoffoxyden in den atmosphärischen Niederschlägen pro 1 ha niederfallen. Es wurde festgestellt, daß in Böhmen jährlich ca. 13—15 kg Stickstoff in den Niederschlägen pro 1 ha enthalten sind. — Das Studium in Liebwerd dauerte damals 2 Jahre und Stoklasa beendete es im Schuljahre 1874—1875. Der Oberdirektor der Anstalt war Domänen-Direktor A. E. Komers, Direktor der Professor Betriebslehre Dörre, Pflanzenproduktion lehrte Prof. Ant. Ad. Šmíd, der bekannte tschechische landwirtschaftliche Schriftsteller. Liebwerd war damals ebenso wie Tábor das Zentrum des landwirtschaftlichen Fortschrittes und der wissenschaftlichen Bestrebungen in Böhmen. Es hatte jedoch eine ältere Tradition und zahlreiche Vorteile. Die Studenten wohnten im Internat, lebten ständig in dem Milieu des Schul-Gutes, im Sommer z. B. ging man bereits um 6 Uhr früh an die praktische Arbeit aufs Feld, und so hat Stoklasa

Abb. 5. Dr. Julius Stoklasa im Alter von 50 Jahren als Rektor der tschechischen technischen Hochschule in Prag.

während seiner Studienzeit nicht nur seine landwirtschaftlichen Kenntnisse sehr bereichert, sondern sich auch eine gute praktische Übung angeeignet. Liebwerd war ihm eine Grundlage, auf der er dann sicher weiterbauen konnte, denn er besaß nicht nur gründliche Kenntnisse aus Agrikulturchemie, sondern war in der gesamten Landwirtschaft gut bewandert.

Nach Beendigung seiner Studien in Liebwerd begab sich Stoklasa an die Hochschule für Bodenkultur in Wien. Einen wohlgesinnten Gönner fand er in dem Professor der allgemeinen Chemie und Agrikulturchemie Dr. Zeller, dem langjährigen Assistenten und Schwiegersohne Liebigs. Zeller erkannte das große Talent und die gründlichen Kenntnisse Stoklasas und nahm ihn in sein Laboratorium als seinen Mitarbeiter auf. Stoklasa setzte in Wien seine Studien über die Verwitterung der Mineralien und Gesteine fort und führte ausführliche Untersuchungen über die Biochemie der Pflanzen durch. Zeller unterstützte ihn als väterlicher Freund und Stoklasa wurde zum Privat-Assistenten ernannt. Er lernte auch den Physiologen Joseph Böhm kennen, bei dem er verschiedene physiologische Arbeiten durchführte. Er inskribierte an der Universität und arbeitete im pflanzenphysiologischen Institute bei Wiesner. Weiter besuchte er die Vorlesungen des Physiologen Brücke an der medizinischen Fakultät. Durch diese seine Wiener Studien vertiefte er seine Kenntnisse auf allen Gebieten der Biochemie. Er gründete mit seinen Kollegen einen Verein für Naturforschung, Medizin und Landwirtschaft, in dem er als Geschäftsleiter tätig war. Er veranstaltete mehrere Vorträge über Themen aus dem Gebiete der Biochemie des Bodens und der Pflanzen und publizierte schon damals in den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt in Wien eine ausführliche Arbeit über die Verwitterung der Gesteine und die Entstehung von Löß. Auch in den Berichten der landwirtschaftlichen Versuchsstationen erschienen Beiträge aus seiner Feder. Er arbeitete auch sehr intensiv in der landwirtschaftlichen chemischen Versuchsstation, deren damaliger Direktor Prof. Dr. Moser war und wo Dr. Soxhlet und Dr. Meisel wirkten. Dr. Soxhlet, der berühmte Forscher auf dem Gebiete der physiologischen Chemie wurde später nach München berufen und Dr. Meisel wurde der Nachfolger Direktor Mosers und dann Chef für landwirtschaftliches Versuchswesen im Ackerbauministerium. Diese beiden Gelehrten haben Stoklasa in die physiologische Chemie eingeführt und auf diese Weise einen großen Einfluß auf seine ganze weitere wissenschaftliche Entwicklung genommen. Nach der Diplomsprüfung an der Hochschule für Bodenkultur verließ er Wien und begab sich nach Leipzig. Er studierte dort physikalische Chemie bei Ostwald und Pflanzenphysiologie bei Pfeffer und durch seine Dissertation über die physiologischen Eigenschaften der wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten erwarb er das Doktorat der philosophischen Fakultät. Hierauf begab er sich auf Reisen und besuchte die wichtigsten chemischen Laboratorien und landwirtschaftlichen Versuchsstationen an den Universitäten und Hochschulen, um den damaligen Stand der wissenschaftlichen Forschung kennen zu lernen. — In Leipzig hatte er erkannt, daß für das Studium der biochemischen Vorgänge im Boden und im Pflanzenorganismus die Bakteriologie ein sehr wichtiger Faktor ist, da die Mikroorganismen eine große

Rolle bei dem Kreislaufe der einzelnen biogenen Elemente im Boden spielen und daß die Assimilation des Stickstoffes durch die Bodenbakterien von hoher Bedeutung ist. Die ersten Forschungen über die Existenz der Bakterien im Boden waren ihm damals bereits bekannt, und er begab sich an das Institut Pasteur in Paris, wo er ein Jahr lang unter der Leitung von Duclaux arbeitete. Durch diese bakteriologischen und biologischen Forschungen wurde sein Horizont ungemein erweitert, und nach seiner Rückkehr nach Wien führte er Studien bezüglich der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Bakterien und Pflanzen durch. In Wien war er Assistent an der Hochschule für Bodenkultur. — Von hier wurde er als Chemiker in die chemische Fabrik in Pečky bei Kolin in Böhmen aufgenommen.

In Pečky bestand eine große Kunstdüngerfabrik, die aus einer Schwefelsäurefabrik, einer Superphosphatfabrik und einer Fabrik für Knochenverarbeitung verbunden war. Stoklasa fand hier ein äußerst günstiges Arbeitsfeld. Das schöne Laboratorium, von den Reichsdeutschen Dr. Gruber und Dr. Wetzke eingerichtet, wurde von Stoklasa noch erweitert, Glas- und Vegetationshäuser wurden eingerichtet, so daß er sich der wissenschaftlichen Forschung widmen konnte. Er setzte seine Studien über die physiologischen Eigenschaften der wasserlöslichen Phosphorsäure in den Superphosphaten fort, untersuchte die Eigenschaften von Monokalziumphosphat, Orthophosphorsäure und isolierte die Monoaluminiumphosphate, Monoferriphosphate, Monoferrophosphate und Monomagnesiumphosphate. Seine Ergebnisse publizierte er in der Zeitschrift für angewandte Chemie und in jener der Akademie der Wissenschaften in Prag. Er war der erste, welcher diese Phosphate in vollkommen reinem Zustande isoliert und ihre chemischen und physiologischen Eigenschaften studiert hat. Er führte vergleichende Versuche mit diesen Monophosphaten von Kalzium, Magnesium, Eisen und Aluminium aus, weiter auch mit Di-, Ditri- und Triphosphaten von Kalzium, Magnesium, Eisen und Aluminium. Auch die Eigenschaften von Tetrakalziumphosphat der Thomasschlacke studierte er. — 6 Jahre nacheinander führte er vergleichende Vegetationsversuche mit verschiedenen Kulturpflanzen aus und sammelte auf diese Art ein ausführliches Material über die physiologischen Wirkungen der Phosphorsäure in den verschiedenen, in künstlichen Düngemitteln enthaltenen Formen. Als erster schlug er vor, 2%ige Zitronensäure zu verwenden, um die physiologische Wirkung der Phosphorsäure in der Thomasschlacke festzustellen. Im Jahre 1890 hat er über diesen Gegenstand auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien vorgetragen. Dort demonstrierte er auch seine vergleichenden Vegetationsversuche bezüglich der physiologischen Wirkung der Phosphorsäure in verschiedenartigen Formen in Sand-, Kalk-, Ton- und Humusböden. Diese exakten Studien haben in der ganzen wissenschaftlichen Welt größten Anklang gefunden. — Der Aufenthalt in Peček war für Stoklasa von hoher Bedeutung. Er hat dort nicht nur seine Studien im Laboratorium und im Vegetationshause fortgesetzt, sondern er arbeitete auch mit den hervorragendsten praktischen Landwirten. Er erhielt so einen großen Überblick, hat sowohl wissenschaftlich, als auch praktisch sehr viel profitiert und seine Erkenntnisse über die Wirkung der einzelnen biogenen Elemente auf den Aufbau neuer lebender Pflanzenmasse

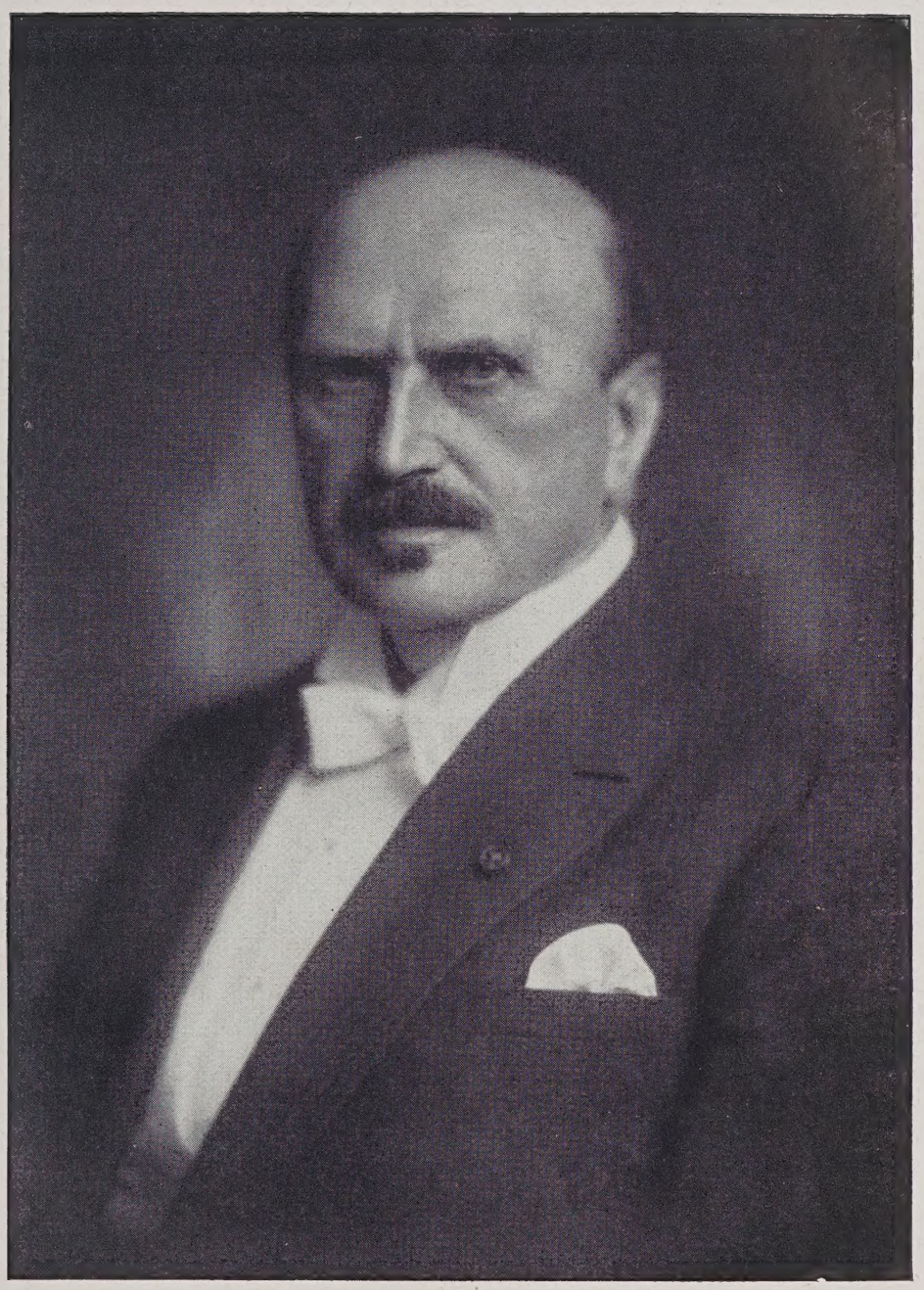


Abb. 6. Professor Dr. Julius Stoklasa im Alter von 70 Jahren.

in der Natur vertieft. — Stoklasa hat auch als erster die Rauchschäden näher studiert und zwar die Beschädigungen der Vegetation durch die Exhalationen bei der Schwefelsäure-Fabrikation, namentlich durch die Exhalationen von schwefliger Säure, sowie die Einwirkung von Fluorverbindungen wie Siliziumtetrafluorid, Kieselfluorwasserstoffsäure, und Fluorwasserstoff auf die Vegetation. — Früher wurden zur Fabrikation der Superphosphate Spodiumabfälle verwendet. Nach Einführung des neuen Verfahrens der Reinigung der

× ××

Abb. 7. Professor Dr. Karl Neuberg (×), Direktor der biologischen Reichsanstalt in Berlin, besucht das Laboratorium Dr. Julius Stoklasas (××) in Prag im Jahre 1926.

Säfte in den Zuckerfabriken war kein Spodium mehr zur Verfügung, und so waren die Superphosphatfabriken bloß auf die mineralischen Phosphate angewiesen, die entweder Fluor oder Chlor enthielten.

Stoklasa verarbeitete damals die mineralischen Phosphate aus Podolien, die sogenannten „Kugelphosphorite", die sehr reich an Fluor sind, weiter die Apatite aus Krageroe (Norwegen), die viel Chlor enthalten. Nachdem die Apparate zur Aufschließung der Phosphate damals sehr primitiv waren, so gelangten immer große Mengen von Fluorverbindungen und Chlorwasserstoffsäure in die Luft und beschädigten die benachbarten Felder und Obstbäume. So hatte Stoklasa Gelegenheit, seine Studien aus der Jugendzeit fortzusetzen, und er hat eingehende Untersuchungen über die Einwirkung des Schwefeldioxydes, der schwefligen Säure und der Schwefelsäure, sowie der Fluor- und Chlorverbindungen auf die Vegetation vorgenommen, die in der wissenschaftlichen Welt sowie in Praktiker-Kreisen größtem Interesse begegneten. Auch

seine bei Winkler in Freiberg ausgeführten Studien über die Methoden der Gasanalysen hat er fortgesetzt und vertieft.

Stoklasa hat auch zum erstenmal die vollständige Analyse der einzelnen Produkte bei der Knochenverarbeitung durchgeführt, und zwar sowohl der Produkte des alten Verfahrens, bei welchem das Fett mit Wasser aus den Knochen extrahiert wurde und die Knochen gedämpft worden sind, sowie des neuen Verfahrens, bei welchem das Fett mit Benzin aus den Knochen extrahiert wird. Stoklasa hat damals bereits große Düngungsversuche mit Knochenmehl ausgeführt, und konstatierte bei denselben, daß der bisherige Mißerfolg bei Verwendung des Knochenmehles dadurch entstanden ist, daß das Knochenmehl zu reich an Fett war. Aus dieser Zeit stammen auch seine weiteren Versuche über die Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Pflanzen und über den Einfluß der Bakterien auf den Abbau des Knochenmehles, Ledermehles und Hornmehles.

Stoklasa bereitete sich in Pečky für die Hochschulkarriere vor und habilitierte sich an der böhmischen technischen Hochschule in Prag. Im Jahre 1894 verließ er Pečky und ging als Dozent an die technische Hochschule. Im Jahre 1898 wurde er als Nachfolger des Hofrates Prof. J. B. Lambl zum außerordentlichen Professor, im Jahre 1901 zum ordentlichen Professor ernannt.

Bald nach seiner Ankunft in Prag stellte er dem Ackerbauministerium in Wien den Antrag auf Gründung einer Prager Versuchsstation für die wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der physiologischen Chemie und ihrer Anwendung in der Landwirtschaft. Sein Antrag wurde genehmigt und im Jahre 1898 wurde die Versuchsstation eröffnet und Stoklasa zu deren Direktor ernannt.

Es kostete bei den damaligen Sparverhältnissen in Österreich viel Mühe, diese Gründung einer Versuchsstation in Böhmen zu erreichen und dieselbe konnte nur an der technischen Hochschule eingerichtet werden, da dort bereits die Laboratorien vorhanden waren. Daß Stoklasa diesen Plan durchsetzen konnte, verdankte er seinen zahlreichen Gönnern, die er in Wien besaß und zwar hauptsächlich seinem ehemaligen Mitarbeiter Dr. Meisel, der damals Chef des landwirtschaftlichen Versuchswesens im Ackerbauministerium war und weiter dem früheren Ackerbauminister und nachmaligen Unterrichtsminister Graf Byland-Reidt, den Stoklasa aus Wien und Pečky kannte. Auf diese Weise war es Stoklasa möglich, die Versuchsstation auszubauen. Das Ackerbauministerium äußerte damals den Wunsch, die Station der tschechischen Abteilung der Landeskulturrates für Böhmen anzugliedern.

Vorher schon hatte Stoklasa gemeinsam mit Professor Preiss eine Versuchsstation für Zuckerindustrie in Prag eingerichtet. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der böhmischen Zuckerindustrie sowie des Ackerbauministeriums ausgeführt. Stoklasa wurde mit der Leitung der Abteilung für Physiologie und Pathologie der Zuckerrübe betraut.

Nun hatte Stoklasa ein ergiebiges Feld, um sein Talent voll und ganz entfalten zu können.

Stoklasa beschäftigte sich intensiv mit dem Problem der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Bakterien und Pflanzen. Er führte in

den schön eingerichteten Glashäusern und Laboratorien Versuche aus über die Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Bakterien, über das Leben der Bakterien überhaupt und namentlich derjenigen Bakteriengruppen, die sich an dem Kreislaufe des Stickstoffes im Haushalte der Natur beteiligen. Diese ausführlichen Studien haben damals allgemein große Sensation hervorgerufen. Er hat zum erstenmal die chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes aufgeklärt, die Zersetzung der stickstoffhaltigen

Abb. 8. Der langjährige Generalsekretär der französischen landwirtschaftlichen Akademie, Henry Sagnier (×) aus Paris in Gesellschaft Dr. Julius Stoklasas und dessen Gattin beim Internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Warschau im Jahre 1925.

organischen Substanzen, sowie die biochemischen Phänomene eingehend studiert. Seine physiologischen Studien über die Denitrifikationsbakterien und ihre Bedeutung im Boden haben ein ganz neues Licht auf alle diese Vorgänge geworfen. Als erster führte er große Impfungsversuche mit Bakterien, die den elementaren Stickstoff assimilieren, durch und hat durch seine langjährigen Studien ein großartiges Material gesammelt. Die Bedeutung der Bakterien beim Kreislauf der biogenen Elemente behandelt er in seiner Monographie über den biochemischen Kreislauf des Phosphations im Boden, weiter in seinen Arbeiten über den Einfluß der Bakterien auf die Zersetzung des Knochenmehles und über die biologische Bedeutung des Stallmistes im Boden.

Die Erkenntnis der biochemischen Vorgänge im Boden führten ihn zum Studium der Fruchtbarkeit des Bodens und seine Untersuchungen über die Größe und die Bedeutung der Bodenatmung auf landwirtschaftlich kultivierten Flächen riefen großes Aufsehen hervor. Es ist ihm auch gelungen, das Kohlen-

stoffproblem in architektonischer Weise vollkommen zu entwickeln und aufzubauen und in seinem mit Doerell bei Parey, Berlin, im Jahre 1926 publizierten Werke „Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens" schildert er die Konstruktion seiner Ansicht über die Bedeutung des Kohlenstoffes bei dem ganzen Aufbau neuer lebender Pflanzenmasse in prägnantem Kolorit. Heute hat man erkannt, daß die Forschungen Stoklasas bahnbrechend sind, und daß bei der Beurteilung der Fruchtbarkeit des Bodens die Bodenatmung einen wichtigen Indikator darstellt. Die Feststellung der Bodenatmung wird wohl in nicht allzu ferner Zeit eine allgemein übliche biologische Untersuchungsmethode für die Beurteilung der Fruchtbarkeit unserer Äcker werden. Ähnlich wie uns heute die Neubauersche Analyse und die Gefäßversuche von Mitscherlich über das Nährstoffkapital unserer Böden Aufschluss geben, vermag die Messung der Bodenatmung uns über den biologischen Wert unserer Felder zu unterrichten. Weiter beschäftigte sich Stoklasa mit dem Studium der Zusammensetzung und der Beschaffenheit der organischen Verbindungen im Boden, speziell der Furfuroide.

Er setzte auch seine in Wien begonnenen Untersuchungen über die Verwitterung der Böden und Gesteine fort mit besonderer Berücksichtigung nicht nur der chemischen, sondern auch der biochemischen Vorgänge. Hier sind auch seine epochalen Entdeckungen bezüglich der Atmung der Pflanzen, namentlich des Wurzelsystems zu erwähnen. Er hat zum erstenmal nachgewiesen, daß im normalen Zustande das Wurzelsystem der Pflanze nur Kohlendioxyd und Wasser ausscheidet, und daß organische Säuren sich nur dann bilden, wenn nicht genügend Sauerstoff zugeführt wird. Diese Arbeiten sind in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik publiziert und bilden die Grundlage der Erkenntnis der sich im Wurzelsystem der Pflanzen abspielenden Stoffwechselprozesse. Weiter sind auf dem Gebiete der Biochemie der Pflanzen seine Forschungen über das Chlorophyll und über die Photosynthese zu nennen, die in dieser Festschrift an anderer Stelle näher behandelt sind. —

Von hoher Bedeutung sind seine Erkenntnisse über die intramolekulare Atmung der Pflanzenorgane und die Isolierung der Pflanzenzymase aus dem Pflanzenorganismus, sowie seine Studien über die intramolekulare Atmung der Tierorgane und die Isolierung der gärungserregenden Enzyme, der Tierzymasen, aus dem tierischen Organismus. Diese Entdeckungen verschafften ihm einen großen Namen in der ganzen wissenschaftlichen Welt.

Der bekannte Forscher Krafft bemerkt mit Recht in der „Österreichischen Rundschau" im Jahre 1905, daß Stoklasas Untersuchungen in der ganzen wissenschaftlichen Welt größtes Aufsehen erregt haben. Oppenheimer äußert sich in seinem Werke „Die Fermente und ihre Wirkungen" in dem Sinne, daß Stoklasa der Einzige ist, der durch eine raffinierte Methodik dazu gelangte, den ganzen Chemismus der Fermentwirkung bei der Atmung in der Pflanzen- und Tierzelle aufzuklären.

Klassisch sind seine ausführlichen Studien über die physiologische Bedeutung des Phosphors, Schwefels, Selens, weiter des Fluors, Kaliums, Magnesiums, Eisens, Aluminiums, Mangans. Diese Forschungen haben uns die physiologische

Bedeutung der einzelnen biogenen Elemente im pflanzlichen Organismus in einem ganz neuen Lichte gezeigt. —

Äußerst wertvoll sind seine Arbeiten über Phosphor. Er wies als erster auf die im Pflanzenorganismus vorkommenden organischen Verbindungen des Phosphors hin, er hat die Bedeutung des Phosphors für den Aufbau des Protoplasmas, Zellkernes, Chlorophylls sowie bei der Befruchtung nachgewiesen. Er studierte auch die organischen Verbindungen des Phosphors, und zwar die Nucleoalbumine, Phytine, Lecithine und isolierte verschiedene stickstoff- und phosphorhaltige Verbindungen, die in ihrem Moleküle Eisen enthalten. Sehr

Abb. 9. Dr. Julius Stoklasa in Gesellschaft der ältesten slawischen Agrochemiker am XII. Internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Warschau. Von links nach rechts: Prof. Dr. D. N. Prianischnikoff-Moskau, Prof. Dr. E. Godlewski-Pulawy, Prof. Dr. Julius Stoklasa und Prof. Dr. Sypniewski-Pulawy.

interessant ist seine Feststellung, daß die Pollenmutterkörner eine ähnliche Zusammensetzung haben, wie das menschliche und tierische Sperma. Er konstatierte auch die große Bedeutung des Phosphors für den menschlichen Organismus. Er studierte die organischen Verbindungen des Phosphors in der Frauenmilch und stellte fest, daß sie ca. 70% Phosphor in organischer Form enthält, und daß ihre Zusammensetzung ganz anderer Art ist als die Zusammensetzung der Kuhmilch.

Die Forschungen Stoklasas über die physiologische Funktion des Phosphors im Pflanzen- und Tierorganismus, namentlich die Beteiligung des Phosphors in Form von Phosphatiden an der Entwicklung der Pflanze haben E. Schulze, Macquen Marchlewski, Molisch und Winterstein in ihren Publikationen und Grandeau in drei großen Artikeln in „Le Temps" 1897, 1898 und 1899 gewürdigt. Durch Stoklasas Untersuchungen wurde erst fest-

gestellt, was für eine Funktion im Pflanzenorganismus dem Arsen, welches den Phosphor stets begleitet, zugewiesen ist. Stoklasa ist es auch gelungen, die physiologische Funktion des Kaliums im Pflanzen- und Tierorganismus zu ermitteln. Die Bedeutung der biogenen Elemente, und zwar des Phosphors und Kaliums beim ganzen Kraft- und Stoffwechsel im menschlichen und tierischen Organismus hat Stoklasa in seinem Buche „Das Brot der Zukunft" in prägnanter Weise dargestellt.

Auch in seiner großen Publikation „Über die physiologische Bedeutung des Kaliumions im Organismus der Zuckerrübe" hat er die mit seinen Mitarbeitern ausgeführten erfolgreichen Untersuchungen über die Dynamik der photosynthetischen Assimilation der Kohlensäure besprochen. Er geht in diesem Werke auch auf seine Arbeiten bezüglich der Synthese des Zuckers mittels ultravioletter Strahlen näher ein, welche in der Akademie der Wissenschaften in Wien publiziert worden sind. Die physiologische Funktion der biogenen Elemente behandelt weiter sein Werk „Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen". Er weist in demselben zum erstenmal auf die wichtige Funktion hin, die dem Aluminium im Pflanzen- und Tierorganismus zugewiesen ist. Diese Publikation fand in der ganzen wissenschaftlichen Welt und speziell bei den amerikanischen Forschern größten Anklang. Weiter sind zu erwähnen seine Untersuchungen über die Ernährung der Gerste und des Weizens, welche ein ganz neues Licht auf die Biochemie der Gerste und des Weizens geworfen haben. Diese Arbeiten wurden von Briem, Delbrück, Dupont, Fallada, Gröger, Herzfeld, Hoffmann, Lintner, Lippmann, Munerati, Neumann, Pelet, Schindler, Saillard, Stift, Strohmer, Vaňha, Vilmorin usw. in vollem Maße anerkannt.

In neuester Zeit führte er interessante Studien über die physiologische Bedeutung des Jodes aus und durch ihn wurde eigentlich zum ersten Male dieses Problem auf das Programm der heutigen Forschung gestellt. Seine Untersuchungen haben eine lebhafte Diskussion hervorgerufen, und es zeigte sich, daß das Jod nicht nur für die Entwicklung der Halophyten und Hydrophyten von größter Wichtigkeit ist, sondern daß auch die Akkumulation des Jodes im Pflanzenorganismus, und zwar im Organismus der Nutzpflanzen, sehr wertvoll ist, da es auf diese Weise in leicht resorbierbarer Form dem tierischen und menschlichen Organismus zugeführt werden kann. —

Die Resultate seiner langjährigen Untersuchungen über die Biologie des Schwefels und Selens sowie über die toxische Wirkung der schwefligen Säure und der Selenoxyde auf den pflanzlichen und tierischen Organismus publizierte er in seinem großen Werke „Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen", das bei Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien im Jahre 1923 erschienen ist. Das Buch, welches ganz neue Anschauungen enthält, hat allgemein größte Sensation hervorgerufen und wurde jetzt von amerikanischen Gelehrten in die englische Sprache übersetzt. — Stoklasa hat als erster darauf aufmerksam gemacht, daß die Atmosphäre neben Schwefel auch Selen enthält. —

Von seinen gleichfalls hochbedeutsamen Arbeiten auf dem Gebiete des Nährstoffersatzes, auf die namentlich Emmerling, Grazia, Hana-

mann, Jurisch, Kellner, Liebenberg, Loew, Meisel, Passon, Prianischnikow, Perotti, Sewerin, Sorauer, Söderbaum, Stutzer, Suzuki, Schucht, Tollens und Zaleski hingewiesen haben, sind seine chemischen und physiologischen Studien über die verschiedenen Düngemittel hervorzuheben. Ganz neue Ideen entwickelte er bezüglich der Bedeutung der Wirkung des Stallmistes und hat auf Grund seiner Beobachtungen darauf hingewiesen, daß der Stallmist wegen seines großen

Abb. 10. Professor Madame Curie-Paris als Gast im Institute Dr. Julius Stoklasas im Jahre 1925.

Gehaltes an aktiven Bakterien eigentlich als Impfmaterial für den Ackerboden zu betrachten ist.

Bereits über 20 Jahre beschäftigt sich Stoklasa mit dem Studium über den Einfluß der Radioaktivität auf die gesamten Kraft- und Stoffwechselprozesse im pflanzlichen und tierischen Organismus. Stoklasa nimmt auf diesem Forschungsgebiete eine besondere Stellung ein und mit Recht sagt der bekannte Radiologe Caspari, daß Stoklasa durch seine Forschungen auf dem Gebiete der Radiologie, die er von ganz neuen Gesichtspunkten betrieben hat, ungeahnte Perspektiven erschloß.

Als erster führte Stoklasa physiologische Studien mit Alpha-, Beta- und Gammastrahlen durch und hat die Synthese des Zuckers mittels Beta-Strahlen entdeckt. Er untersuchte in Italien die Zusammensetzung der aus dem Vesuv ausströmenden Gase und hat die Radioaktivität dieser Gase, sowie aller Exhalationen in der Umgebung des Vesuvs und Ätnas bestimmt und an Ort und Stelle deren Einfluß auf die Entwicklung der Bakterien und Pflanzen studiert. Stoklasa

hat sich eingehend mit Untersuchungen bezüglich Uranium, Ionium, Thorium und Aktinium beschäftigt, doch will ich an dieser Stelle nicht weiter auf diesen umfangreichen Gegenstand eingehen, sondern ich verweise bloß auf das in kurzem von Stoklasa und Pěnkava bei Paul Parey, Berlin, erscheinende große Werk „Biologie des Radiums und der radioaktiven Elemente", in welchem die Radioaktivität der Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre sowie ihr Einfluß auf den Aufbau neuer lebender Pflanzen- und Tiermaterie eingehend behandelt wird. Dieses wertvolle Buch verdient mit größtem Interesse aufgenommen zu werden, da Stoklasa in demselben ganz neues Material verarbeitet hat und den Beweis erbringt, daß das Radium für alle Lebewesen ein hochwichtiges biogenes Element darstellt.

Stoklasa hat sich durch seine unermüdlichen Studien den Weltruf eines hervorragenden Forschers errungen, und sein Name ist in allen Ländern sehr populär. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen sind in einer großen Reihe von Lehrbüchern und Monographien aller Sprachen mit Anerkennung erwähnt und als bahnbrechend bezeichnet. Stoklasa hat auf zahlreichen Kongressen der Naturforscher, Ärzte, Chemiker, Radiologen und Landwirte Festvorträge gehalten. So z. B. im Jahre 1898 auf dem Kongreß der Association pour l'avancement des sciences in Nantes über Bodenimpfung, im Jahre 1900 auf dem Internationalen Landwirtschaftlichen Kongresse in Paris über die Bedeutung der Bakterien im Boden, im Jahre 1902 auf dem Kongresse der Naturforscher und Ärzte in Krakau über die physiologische Bedeutung des Phosphors im Pflanzenorganismus, im Jahre 1905 in Warschau auf dem Internationalen Landwirtschaftlichen Kongresse über die Ernährung der Zuckerrübe, und im selben Jahre in Lüttich auf dem Internationalen Kongresse für angewandte Chemie über die Atmungsenzyme und über die Bedeutung des Alkohols im Pflanzen- und Tierorganismus, im Jahre 1908 auf dem Kongresse der Association des chimistes in Paris über die alkoholische Gärung im pflanzlichen und tierischen Organismus, im Jahre 1912 in Prag auf dem Internationalen Radiologischen Kongresse über die Biologie des Radiums, im Jahre 1913 auf dem Kongresse der Naturforscher und Ärzte in Wien über den Einfluß der Radioaktivität auf den pflanzlichen Organismus, im Jahre 1922 auf dem Kongresse der Association des chimistes in Paris über die Methoden, die zur Hebung der Fruchtbarkeit des Bodens führen, im Jahre 1924 auf dem Internationalen Pedologischen Kongresse in Rom über den Einfluß der Bakterien auf die Fruchtbarkeit des Bodens, im Jahre 1926 auf dem Internationalen forstwirtschaftlichen Kongresse in Rom über die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase. Weiter beteiligte er sich mit Vorträgen an fast allen Kongressen seines Faches, so in Berlin, Brüssel, Grenoble, Hamburg, Köln, Lüttich, München, Nantes, Paris, Prag, Rom, Reims, Wien, wo er zum größten Teile als Präsident bzw. als Vizepräsident fungierte.

Neben den hier bereits erwähnten wissenschaftlichen Arbeiten hat Stoklasa als Direktor der chemisch-physiologischen Versuchsstation der böhmischen Sektion des Landeskulturrates für Böhmen an der tschechischen technischen Hochschule in Prag 20 ausführliche Berichte dieser Versuchsstation herausgegeben, in welchen die wissenschaftliche und praktische Tätigkeit des gesamten akademischen Personals der Versuchsstation behandelt wurde. Außerdem wurde

von der Versuchsstation eine größere Anzahl von Flugschriften in populärer Form, welche die von der Versuchsstation erzielten neuen Forschungsergebnisse enthielten, in den landwirtschaftlichen Kreisen verbreitet. Diese Arbeiten hatten den Zweck, die landwirtschaftliche Produktion in Böhmen, Mähren und überhaupt in ganz Österreich zu heben und die Qualität der Kulturpflanzen zu verbessern. Er schrieb viele populäre Artikel in verschiedenen tschechischen und

Abb. 11. Dr. Julius Stoklasa in Gesellschaft Dr. J. G. Lipmans, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation in New-Brunswick, N. Y.

deutschen Fachzeitschriften, und seine Vorträge für Praktiker erreichen ebenfalls eine große Zahl.

Stoklasa besitzt ein großes Organisationstalent, das er sein ganzes Leben hindurch in rührigster Weise betätigte. Im Jahre 1880 wurden auf seine Anregung einheitliche Methoden zur Untersuchung der Düngemittel im damaligen Österreich-Ungarn eingeführt, weiter gründete er, wie bereits erwähnt, unter Mitwirkung von Preiß die Versuchsstation für Zuckerindustrie im Jahre 1894 und

im Jahre 1898 die chemisch-physiologische Versuchsstation der böhmischen Sektion des Landeskulturrates für Böhmen an der tschechischen technischen Hochschule in Prag. Gemeinschaftlich mit Dr. Meisel vom Ackerbauministerium in Wien begründete er im Jahre 1898 die erste wissenschaftliche landwirtschaftliche Zeitschrift und zwar die Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. Im Jahre 1905 gründete er die Station für Müllereiwesen an der tschechischen technischen Hochschule in Prag.

Da in Böhmen noch keine landwirtschaftliche Hochschule existierte, arbeitete Stoklasa mit voller Energie daran, um die Gründung einer solchen zu erreichen. Seine Bemühungen waren von Erfolg begleitet und im Jahre 1906 wurde eine landwirtschaftliche Abteilung an der tschechischen technischen Hochschule in Prag errichtet. Stoklasa wurde mit der Aufgabe betraut, dieselbe auszugestalten und wurde zu diesem Zwecke im Jahre 1906 und 1907 zum Dekan gewählt.

Im Jahre 1908/9 wurde Stoklasa auf Anregung des ehem. Ministers Prof. Dr. Lozanič von der serbischen Regierung nach Belgrad berufen, um die landwirtschaftliche Abteilung an der Universität zu begründen und das serbische Versuchswesen zu organisieren. Stoklasa hat durch spezielle Studien und Reisen einen genauen Einblick in die landwirtschaftlichen Verhältnisse Serbiens genommen, führte Bodenanalysen durch und beschäftigte sich namentlich mit der Bestimmung der Bakterienflora. Er konstatierte, daß die serbischen Böden größtenteils arm an Bakterien sind und hat eine rationelle Behandlung des Bodens mittels Stallmist, Gründüngung und Anbau von Klee und Luzerne anempfohlen. Er arbeitete einen ausführlichen Organisationsplan bezüglich der Begründung der landwirtschaftlichen Abteilung an der Universität aus und hielt vor dem akademischen Senat der Belgrader Universität einen Vortrag über die Einführung eines 4jährigen Studiums der Landwirtschaft an der Universität. Weiter sprach er in einer öffentlichen Versammlung der Landwirte bei Belgrad über die landwirtschaftlichen Verhältnisse in Serbien und über die Methoden, durch welche sich die Erträge der Kulturpflanzen in Serbien erhöhen lassen. Die Tätigkeit Stoklasas wurde von dem damaligen Könige Peter, der großes Interesse für die Landwirtschaft besaß, sehr gefördert.

Stoklasa wurde auch im Jahre 1900 nach Warschau berufen, wo er einen Vortrag über die rationelle Ernährung und Hebung der Produktion der Zuckerrübe hielt. Seine Ausführungen fanden in den polnischen Kreisen großen Anklang und wurden unter den Landwirten verbreitet. —

Im Jahre 1908 stellte Stoklasa dem Professorenkollegium der technischen Hochschule in Prag den Antrag bezüglich der Gründung eines technischen Museums für Böhmen, Mähren und Schlesien. Er hatte sein Programm in dem Sinne ausgearbeitet, daß das technische Museum mit Forschungs-Instituten auf allen Gebieten der Technik verbunden sein soll. Dieses Thema behandelte auch sein Festvortrag auf dem Internationalen Kongresse der technischen Hochschulen in Brüssel im Jahre 1910, und sein Plan bezüglich der Angliederung der Forschungsinstitute an das technische Museum wurde allgemein mit großem Beifall aufgenommen. —

Im Jahre 1920 bemühte er sich, das radiologische Institut in Prag ins Leben zu rufen. Schon im Jahre 1912, auf dem Internationalen radiologischen Kongresse

in Prag setzte er sich für die Gründung eines radiologischen Institutes in Böhmen, dem klassischen Lande der Radiumforschung, ein, brachte dann seinen Antrag wieder vor und im Jahre 1921 wurde das Institut errichtet.

Abb. 12. Prof. Ernst Laur-Zürich und Prof. Julius Stoklasa als Gäste des Generalsekretärs der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft, Dr. Reich. Von links nach rechts: Dr.Ing.Ed.Reich, Dr.Ernst Laur, Dr.Julius Stoklasa, Frau Milica Stoklasa, Frau Vlasta Reich.

Zum Schlusse ist noch zu erwähnen, daß sich Stoklasa große Verdienste um die Gründung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag erworben hat. Im Dezember 1924 wurde diese Gründung verwirklicht und als erster Präsident wurde Minister Dr. Hodža, als erster Vize-Präsident Dr. Stoklasa, als zweiter Vize-Präsident der gewesene Minister K. Sonntag und als General-

sekretär Dr. Ed. Reich gewählt. Seine Verdienste wie um die Gründung, so um die Entwicklung der wissenschaftlichen Arbeit in dieser wissenschaftlichen Institution sind von großer Bedeutung. Später wurde er zum Ehrenmitglied der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft gewählt, die auch seinen 70. Geburtstag mit großer Festlichkeit begangen hat, an welcher die Repräsentanten der in- und ausländischen Hochschulen, der Wissenschafts- und Fachinstitute und Korporationen teilnahmen.

Abb. 13. Prof. Dr. Stoklasa im Kreise der Referenten anläßlich der staatlichen Konferenzen der Landwirtschaftslehrer der Tschechoslowakischen Republik in Prag im Jahre 1923. Sitzend von links nach rechts: Dr. Franz Schindler-Brünn, Dr. Leopold Adametz-Wien, Dr. Milan Hodža-Prag, Dr. Sima M. Lozanič-Belgrad, Dr. P. Becquerel-Paris; stehend von links nach rechts: Dr. Ed. Reich-Prag, Dr. F. Aereboe-Berlin, Dr. Julius Stoklasa-Prag, Dr. Ernst Laur-Zürich, Dr. Josef Miler-Prag.

Die idealen Bestrebungen Stoklasas gingen stets dahin, die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Biochemie des Bodens und der Pflanzen und deren Anwendung in der Landwirtschaft zu fördern und die landwirtschaftliche und industrielle Produktion zu heben, was seine zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, deren Bedeutung heute allgemein gewertet ist, deutlich beweisen.

Das Lebenswerk Prof. Stoklasas ist einem einheitlichen Probleme gewidmet und zwar dem Leben der Pflanzen, der Tiere, sowie auch des Menschen, weiters dem Lebensprozesse, der Schaffung neuer lebender Materie, sowie deren Absterben,

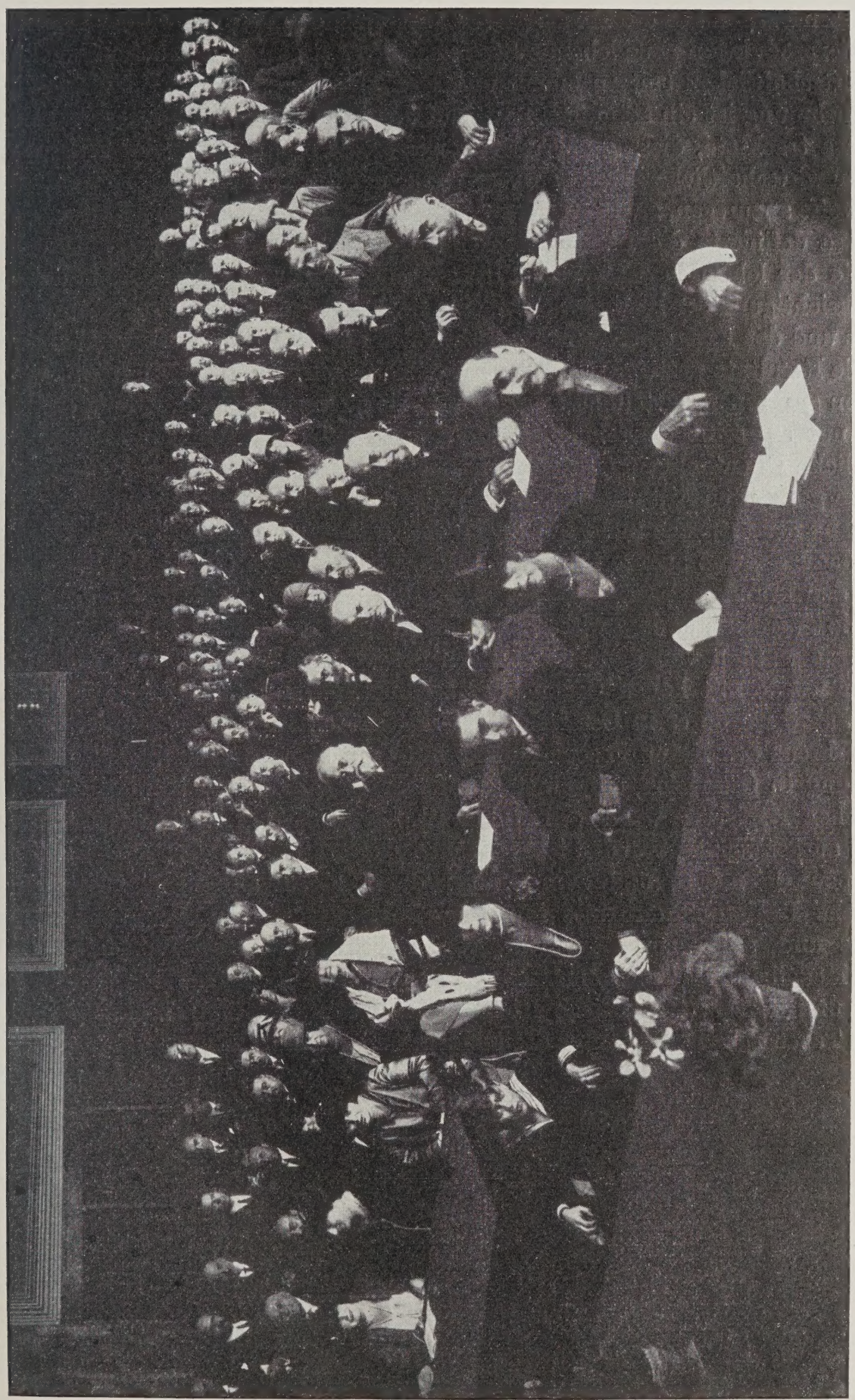


Abb. 14. Die Teilnehmer an der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes Dr. Julius Stoklasas.

demnach dem gesamten Stoff- und Kraftwechsel im lebenden Organismus. An diesen Fragen hat die Praxis großes Interesse, denn sie will in der Pflanzen- und Tierproduktion neue lebende Stoffe solcher Art schaffen, die der Zweck des landwirtschaftlichen Unternehmens und Konsums sind. Die landwirtschaftliche Unternehmung ist ein ständiger Kreislauf der Stoffe, ein steter Energiewechsel. Stoklasa trachtete, diese geheimnisvollen Prozesse zu durchdringen und sie für die landwirtschaftliche Praxis zu verwerten, um die Bildung derjenigen Organe und Stoffe anzuregen, zu deren Verwertung Pflanzen und Tiere gezüchtet werden. Stoklasa definierte die Landwirtschaft als eine auf rationelle Verwertung der Energie der lebenden Tier- und Pflanzenzelle gerichtete Tätigkeit, mit steter Berücksichtigung der Kalkulation. Darin liegt das einheitliche Programm seiner Arbeit und der Kosmopolitismus, mit welchem er sein Programm verwirklichte und die Resultate propagierte. Dies zeigte sich auch hauptsächlich darin, wie er mit den gegebenen Mitteln zu arbeiten und sie zu verwerten und wie er initiativ nicht nur auf seine Umgebung, sondern auch auf die kosmopolitische wissenschaftliche Öffentlichkeit einzuwirken verstand. Die Tätigkeit Prof. Stoklasas ist eine ganz neue Ära und bedeutet in der Geschichte unserer Landwirtschaft eine ganz neue Epoche nicht nur durch das, was er selbst geleistet hat, sondern auch dadurch, was andere leisten konnten, weil er ihnen die Wege ebnete oder ihnen den Impuls gab.

Die Verdienste der wissenschaftlichen und organisatorischen Tätigkeit Stoklasas wurden von den Regierungen der verschiedenen Staaten anerkannt und er wurde mit hohen Orden ausgezeichnet. — Bereits im Beginne seiner 50 er Jahre wurde er in Österreich zum Hofrat ernannt, weiter erhielt er das Comturkreuz des Franz Joseph-Ordens mit dem Stern, damals die höchste Auszeichnung in Österreich, die einem Professor erteilt werden konnte. Von der serbischen Regierung wurde er mit dem St. Sava Orden II. Kl (Comturkreuz mit Stern) ausgezeichnet, von der französischen Regierung wurde er zum Commandeur pour le mérite und zum Officier de la légion d'honneur ernannt, die polnische Regierung ernannte ihn zum Commandeur des Polonia Restuta-Ordens und außerdem erhielt er von verschiedenen Regierungen drei goldene Medaillen als Anerkennung für seine wissenschaftliche Tätigkeit. Die land- und forstwirtschaftliche Hochschule in Brno (Brünn) ernannte ihn in diesen Tagen zum Ehrendoktor der technischen Wissenschaften.

Verzeichnis der wissenschaftlichen Arbeiten Prof. Dr. Julius Stoklasa's.

1. Über die Verwitterungsprodukte aus der böhmischen Kreideformation. Wien.
2. O rozšíření kyseliny fosforečné v žule. Listy chemické, Praha.
3. Studie o hnojivech minerálných. Listy chemické, Praha.
4. Über die chemische Zusammensetzung der Quadersandsteine. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt in Wien.

1880.

5. Chemische Untersuchungen über einige Fossilien aus der böhmischen Kreideformation. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.

1881.

6. Chemické badání v českém Středohoří. Listy chemické.
7. Příspěvky k poznání chemického charakteru hornin českého křídového útvaru. Listy chemické, Praha.
8. Studie o sloučeninách dusíku ve vodách atmosférických. Listy chemické, Praha.

1882.

9. Studien über den Verwitterungsprozeß von Orthoklas. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.
10. Lambl a úhoření půdy I. Listy chemické, Praha.

1883.

11. Lambl a úhoření půdy II. Listy chemické, Praha.

1884.

12. Příspěvky k rozšíření fosforečnanů v Čechách. Listy chemické, Praha.

1885.

13. Geochemické studie. Věstník král. české společnosti nauk, Praha.
14. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung von Phosphaten in Böhmen. Agrikulturchemisches Zentralblatt, Leipzig.
15. Studien über die Verwitterung der Sandsteine I. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.

1886.

16. Studien über die Verwitterung der Sandsteine II. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.

1887.

17. Složení srážek atmosférických v roce 1883 až 1884. Nákladem vlastním, Kolín.
18. Gehalt der atmosphärischen Niederschläge an Ammoniak und Salpetersäure. Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie, Leipzig.

1888.

19. O složení a povaze spodiových odpadků. Listy chemické, Praha.
20. Geochemische Studien. Chemiker-Zeitung, Cöthen.

1889.

21. O stanovení kysličníku fosforečného minerálného původu. Listy chemické, Praha.
22. O povaze a vlastnostech monocalciumfosfátu I. Listy chemické, Praha.
23. Über den Nachweis von Phosphorsäure mineralischen Ursprungs nach der N. v. Lorenz'schen Methode. Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie, Leipzig.

1890.

24. O monocalciumfosfátu. Věstník Král. České učené společnosti nauk, Praha.
25. Pedologische Studien, Praha, Verlag Reinwart.

26. O významu kyseliny fosforečné původu animálného a minerálného v produkci cukrovky. Listy cukrovarnické, Praha.
27. Über die Verwitterung des Bodens. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.
28. Konstitution des Knochenmehles. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
29. Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten I. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.
30. Ist der Wirkungswert der Phosphorsäure animalischen und mineralischen Ursprungs verschieden? Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
31. Düngung mit aufgeschlossener Thomasschlacke. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
32. Bestimmung des Wassers in Superphosphaten. Zeitschrift für analytische Chemie, Wiesbaden.
33. Über Düngung mit Thomasschlacke. Vortrag, gehalten auf dem Internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien. Berichte über den internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien.

1891.

34. O zkušebnictví na mezinárodním hospodářsko-lesnickém kongresu ve Vídni. Vortrag, gehalten in der Monatsversammlung der Böhmischen chemischen Gesellschaft in Prag. Listy chemické, Praha.
35. Über die Thomasschlacke. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
36. Über die Bedeutung der flüssigen Form von Nährstoffen für die Produktion der Zuckerrübe. Mitteilungen des Vereines zur Förderung des landwirtschaftlichen Versuchswesens in Österreich, Wien.
37. Über die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten II. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.
38. O vývoji a nynějším stavu chemického průmyslu v Čechách. Sto let práce. Festschrift, Prag.
39. O monomagnesiumfosfátu. Díl I. a II. Verhandlungen der böhmischen Akademie, Prag.

1892.

40. O povaze a vlastnostech monocalciumfosfátů I. Listy chemické, Praha.
41. Stanovení dusíku v nitrátech a v kys. dusičné. Listy chemické, Praha.
42. Studie über die Frage, ob man den Chilisalpeter durch das Ammoniumsulfat ersetzen kann. Österreichisch-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Wien.
43. Über Monomagnesiumphosphat. Zeitschrift für anorganische Chemie, Hamburg.

1893.

44. O povaze a vlastnostech monocalciumfosfátů II. Listy chemické, Praha.
45. Chemický průmysl na zemské jubilejní výstavě v Praze 1891. Listy chemické, Praha.
46. Kostní moučka, tluč a popel. Listy chemické, Praha.
47. Chem. průmysl v Čechách v Ottově slovníku naučném. Přednáška na měsíční schůzi České chemické společnosti. Listy chemické, Praha.
48. Předběžná zpráva o výzkumech z oboru fysiologie a pathologie rostlinné. Přednáška na schůzi České chemické společnosti. Listy chemické, Praha.
49. Enthalten die Böden die für die Kultur der Zuckerrübe nötige Kalimenge? Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
50. Beitrag zur Bestimmung des Stickstoffs im Kali-Natron-Salpeter und in Salpetersäure. Zeitschrift für angewandte Chemie, Wiesbaden.
51. Über zurückgegangene Phosphorsäure. Österreichisches landwirtschaftliches Centralblatt, Graz, Jahrg. I.

1894.

52. O povaze a vlastnostech monocalciumfosfátů III. Listy chemické, Praha.
53. Nalézá se v našich půdách pro zdárný vývoj cukrovky dostatek draslа? Listy cukrovarnické, Praha.
54. Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten. Verlag Řivnáč, Praha.

55. Die Stickstoffverluste im Stallmist und deren Verminderung. Österreichisch-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Wien.
56. Über den physiologischen Wert der löslichen Phosphorsäure. Mitteilungen des Vereins zur Förderung des landwirtschaftlichen Versuchswesens Österreichs, Wien.
57. Studie o poutání dusíku ve zplodinách rozkladu močoviny, kyseliny hippurové a kyseliny močové. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
58. Über die organischen Formen des Phosphors in dem Pflanzenorganismus. Vortrag, gehalten auf der deutschen Naturforscher- und Ärzte-Versammlung in Wien. Berichte der Versammlung, Wien.
59. Chemické studie o superfosfátech. Selbstverlag, Praha.
60. Über den physiologischen Wert der bodenlöslichen Phosphorsäure. Mitteilungen des Vereines zur Förderung des landwirtsch. Versuchswesens Österreichs, Wien.

1895.

61. Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Berlin.
62. Chemische Untersuchungen auf dem Gebiete der Phytopathologie. I. II. Hoppe-Seylers Zeitschrift f. physiologische Chemie, Straßburg.
63. O významu arsenu v produkci rostlinné I. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
64. Wie ist der Nährstoffwert des Knochenmehles zu bestimmen? Vortrag, gehalten auf dem Kongreß der landw. Versuchsstationen in Wien. 1895. Referate Wien.
65. Die Assimilation des Lezithins durch die Pflanze. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.
66. Studien über die Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Pflanzen. (Berlin.)

1896.

67. Studie o assimilaci elementárného dusíku rostlinami. Listy chemické, Praha.
68. O chemismu buňky rostlinné. Přednáška na měsíční schůzi České chem. společnosti. Listy chemické, Praha.
69. Pozorování o chorobách řepy cukrové v Čechách v letech 1894—1896. Listy cukrovarnické, Praha.
70. Heterodera radicicola. Listy cukrovarnické, Praha.
71. Über die Assimilation des elementaren Stickstoffs durch die Pflanzen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, Berlin.
72. O významu arsenu v produkci rostlinné II. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
73. Über die Verbreitung des Lezithins in der Pflanze. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie, Straßburg.
74. Heterodera radicicola. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
75. Die Rüben-Nematoden (mit Vaňha). Verlag von Paul Parey, Berlin.
76. O významu arsenu v produkci rostlinné, Šimáček, Praha.
77. Betrachtungen über die Krankheiten der Zuckerrübe in Böhmen 1894—1896. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
78. Sind die Enchytraeiden gefährliche Feinde der Zuckerrübe? Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
79. Chemische und physiologische Studien über die Superphosphate, Verlag von Paul Parey, Berlin.
80. Über die Verbreitung und physiologische Bedeutung des Lezithins in der Pflanze. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.
81. O významu arsenu v produkci rostlinné. III. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
82. Über die physiologische Bedeutung der Phosphorsäure im Organismus der Zuckerrübe. (Praha.)

1897.

83. O fysiologickém významu kyseliny fosforečné v organismu řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
84. Anatomie a fysiologie semene řepy cukrové »Beta vulgaris«. Listy cukrovarnické, Praha.
85. Über die physiologische Bedeutung der Phosphorsäure im Organismus der Rübe. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.

86. Anatomie und Physiologie des Samens der Zuckerrübe »Beta vulgaris«. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
87. Étude sur la chlorophylle. Bulletin de la Société chimique, Paris.
88. Sind die Enchytraeiden Parasiten der Zuckerrübe? Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
89. Wurzelbrand der Zuckerrüben. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
90. O rozšíření a biologickém významu furfuroidů v půdě. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
91. Nouvelles recherches sur l'acide phosphorique rétrogradée. Annales agronomiques T. 23, Paris.
92. Zur Kenntnis des Phosphors in der Frauen- und Kuhmilch. Zeitschrift für physiologische Chemie 23., Straßburg.

1898.

93. Die Entstehung und Umwandlung des Lezithins in der Pflanze. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiol. Chemie, Straßburg.
94. Biologické studie o »alinitu«. Listy cukrovarnické, Praha.
95. Pozorování o chorobách řepy cukrové v letech 1896—1897. Listy cukrovarnické, Praha.
96. Über die Verbreitung und biologische Bedeutung der Furfuroide im Boden. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.
97. Der gegenwärtige Stand der Nitraginfrage. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
98. Kterak působí parasiti klubíček řepných na rozvoj cukrovky? Listy cukrovarnické, Praha.
99. O analyse semene řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
100. Jaký vliv má hnojení solemi draselnatými na rozvoj řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
101. Welche Formen von Kohlenhydraten benötigen die Denitrifikationsbakterien zu ihren Vitalprozessen? I. II. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
102. Über die physiologische Bedeutung des Arsens im Pflanzenorganismus. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
103. Betrachtungen über Krankheiten der Zuckerrübe in Böhmen in den Jahren 1896—1897. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
104. Biologische Studien über Alinit. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
105. Nové výzkumy o asimilaci vzdušného dusíku leguminosami. Časopis pro průmysl chemický, Praha.
106. L'oxyde de fer dans les végétaux. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
107. Fixation de l'azote atmosphérique. Referát přednešený na kongresu Association française pour l'avancement des sciences in Nantes 1898. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
108. O nádorech řepných. Listy cukrovarnické, Praha.
109. O fysiologickém významu furfuroidů v organismu řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
110. O vzniku pentosanů a pentos v organismu řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
111. Über die Verbreitung und biologische Bedeutung der Furfuroide im Boden (mit Ducháček und Uher). Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
112. Der gegenwärtige Stand der Alinitfrage. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
113. Étude microbienne du sol I. Distribution de la matière organique, Nantes.
114. Fonction physiologique du fer dans l'organisme de la plante. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
115. De la substitution de l'acide arsénique et l'acide phosphorique dans la nutrition de la plante. (Paříž.)

1899.

116. Welchen Einfluß haben die Parasiten der Samenknäuel auf die Entwicklung der Vegetation der Zuckerrübe? (Vortrag im Verein der Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.)
117. Příspěvky k seznání škodlivého vlivu ledku čilského na vegetaci řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
118. Jaký význam mají bakterie pro vývoj rostliny. Listy cukrovarnické, Praha.
119. O vlivu bakterií na rozklad kostí. Listy cukrovarnické, Praha.
120. Über den Einfluß von Chlorkalium-Düngung auf die Zuckerrübenproduktion. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
121. Über die physiologische Bedeutung der Furfuroide im Pflanzenorganismus. Botanisches Zentralblatt. Zeitschrift für das landwirtsch. Versuchswesen in Österreich, Wien.
122. Welchen Einfluß haben die Parasiten der Samenknäuel auf die Entwicklung der Zuckerrübe? Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
123. Die Rübennematode Heterodera radicicola. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
124. Über den Wurzelkropf bei der Zuckerrübe. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.

1900.

125. Beiträge zur Kenntnis des schädlichen Einflusses des Chilisalpeters auf die Vegetation. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
126. Pozorováni o chorobách řepy cukrové v Čechách v l. 1890—1900. Listy cukrovarnické, Praha.
127. Assimilieren die Alinitbakterien den Luftstickstoff? Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
128. De la substitution de l'acide arsénique à l'acide phosphorique dans la nutrition de la plante. Annales agronomiques, Paris.
129. Über neue Probleme der Bodenimpfung I., II. Vortrag, gehalten auf der großen landwirtschaftlichen Woche in Berlin 1900. Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin. Chemiker-Zeitung usw. usw.
130. Über den Einfluß von Bakterien auf die Knochenzersetzung. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
131. Die Bedeutung des Kalis für den Getreidebau. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
132. Fertilisation du sol par voie microbienne. Vortrag auf dem Internationalen landw. Kongreß in Paris 1900. Congrès international d'agriculture, Paris, 1900.
133. Jak možno zvýšiti výnosy řepy cukrové v královstvi polském. Vortrag anläßlich der Tagung polnischer Landwirte in Warschau. Wydawnictwa towarzystwa rolnickiego v królestwie polskiem. Varšava.
134. Nouveaux problèmes sur l'inoculation du sol par les microbes. Paris.
135. Über die Denitrifikationsprozesse im Boden. (Vortrag gehalten anläßlich des Kongresses der polnischen Ärzte und Naturforscher in Krakau.)

1901.

136. Über die Nitratgärung und ihre Bedeutung in den biologischen Prozessen des Bodens. Vortrag, gehalten auf der 75. Versammlung der Naturforscher und Ärzte in Hamburg. Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin usw. usw.
137. Über die Wirkung der Kalisalze auf die Entwicklung der Gerste (mit Pitra). Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
138. Neue Probleme der Bodenimpfung. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
139. Stickstoffassimilation durch die lebende Zelle. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
140. Beobachtungen über Krankheiten der Zuckerrübe in Böhmen in den Jahren 1898—1900. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
141. Nová pozorování o složení chlorofylu. Vortrag, gehalten auf dem Kongreß der polnischen Naturforscher und Ärzte in Krakau. Kongreßberichte, Krakau 1901.

1902.

142. Intramolekulární dýchání řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
143. Über den Einfluß der Bakterien auf die Zersetzung der Knochensubstanz. Hofmeisters Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. Zeitschrift für die gesamte Biochemie, Braunschweig.

1903.

144. Beiträge zur Kenntnis der aus der Zelle höher organisierter Tiere isolierten, gärungserregenden Enzyme. Zentralblatt für Physiologie, Wien.
145. Über die Identität der anaëroben Atmung und alkoholischen Gärung und die Isolierung gärungserregender Enzyme aus der Zelle der höheren Pflanzen und Tiere. Vortrag, gehalten auf dem V. Intern. Kongreß für angewandte Chemie in Berlin. Berichte des V. Intern. Kongresses für angewandte Chemie, Berlin. Chemiker-Zeitung. Zeitschrift für angewandte Chemie usw. usw.
146. Der anaërobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung. Hofmeisters Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Braunschweig.
147. O totožnosti anaerobního dýchání s alkoholickým kvašením a o isolaci enzymu, způsobujícího kvašení, z buňky vyšších rostlin a zvířat. Listy cukrovarnické, Praha.
148. Isolierung des die anaërobe Atmung der Zelle der höher organisierten Pflanzen und Tiere bewirkenden Enzyms. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
149. Isolierung eines die Milchsäuregärung im Tierorganismus bewirkenden Enzyms. Centralblatt für Physiologie, Wien.
150. Über die anaërobe Atmung der Tierorgane und über die Isolierung eines gärungserregenden Enzyms aus dem Tierorganismus, Centralblatt für Physiologie, Wien.

1904.

151. Alkoholische Gärung im Tierorganismus und die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Tiergeweben. Archiv für die gesamte Physiologie, Bonn.
152. Chilisalpeter bei der Rübenkultur. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
153. Über die Enzyme der Zuckerrübe. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
154. Über die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Kuh- und Frauenmilch. Archiv für Hygiene, München.
155. Über die Isolierung der gärungserregenden Enzyme aus dem Pflanzenorganismus. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
156. Über das Enzym Laktolase, welches die Milchsäurebildung in der Pflanzenzelle verursacht. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
157. Über Atmungsenzyme, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
158. Über die Atmung der Zuckerrübenwurzeln in den einzelnen Entwicklungsstadien und in verschiedenen Teilen des Rübenkörpers. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
159. Extraction des cellules des plantes et des animaux des enzymes des zymases qui provoquent la fermentation alcoolique. Referat anläßlich des Kongresses der Association française pour l'avancement des sciences v Grenoble 1904. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
160. Über die anaërobe Atmung der Tierorgane und über die Isolierung eines gärungserregenden Enzyms aus Tiergeweben I. (Mitarbeiter: Černý, Jelínek, Šimáček und Vitek). Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, Wien.
161. Über die Isolierung gärungserregender Enzyme aus Kuhmilch. Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, Wien.

1905.

162. Der Proteingehalt der Gerste und die Kalidüngung. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
163. Sein oder Nichtsein der österreichischen Gerstenproduktion. Verlag Řivnáč, Praha.
164. Sind glukolytische Enzyme im Tierkörper vorhanden? Zentralblatt für Physiologie, Wien.
165. Über die Qualitäts- und Quantitätsverbesserung unserer Brotfrüchte. Vortrag, gehalten auf der Jubiläumsversammlung der österr.-ungar. Müller. Die Mühle. Wiener landw. Zeitung usw. usw. Selbstverlag, Prag.

166. Unter welchen Umständen wirkt eine Kalidüngung proteinvermindernd auf die Braugerste? Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
167. Enzymy v cukrovce. Listy cukrovarnické, Praha.
168. O proměnách čilského ledku v půdě při pěstování řepy cukrové. Listy cukrovarnické, Praha.
169. Der Proteingehalt der Gerste und die Kalidüngung. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
170. Über Kohlenhydratverbrennung im tierischen Organismus. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
171. Phénomènes de dénitrification dans le sol. Vorgetragen beim Internationalen Kongreß in Lüttich im J. 1905. Congrès international de Chimie appliquée. Liège. 1905.
172. Bodenbeschaffenheit sogenannter Gerstenböden in Böhmen und Mähren. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
173. Über den Ursprung, die Menge und die Bedeutung des Kohlendioxyds im Boden (mit Dr. Ernest). Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
174. Vermag man die Reaktion verschiedener Böden auf die Anwendung von Kalisalzen durch die Entwicklung der Gerste zu konstatieren? Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
175. Über den Einfluß der wichtigsten Nährstoffe auf die Qualität der Gerste. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
176. Beiträge zur Erkenntnis des Einflusses verschiedenartiger Kohlenhydrate und organischer Säuren auf die Metamorphose des Nitrates durch Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
177. Beiträge zur Kenntnis der Qualitätsverbesserung der Gerste in Österreich (mit Šmahel und Vítek). Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, Wien.
178. Fermentation lactique et alcoolique dans les tissus des plantes. Enzymes qui provoquent cette fermentation. Vortrag, gehalten am Congrès de Chimie et de Pharmacie, Liège.

1906.

179. Über die chemische Zusammensetzung der Zuckerrübe. Österreichische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Wien.
180. Über den Einfluß der Bakterien auf die Metamorphose der Salpetersäure im Boden (s. Vítkem). Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
181. Chemische Vorgänge bei der Eruption des Vesuvs im April 1906. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
182. Über die anaërobe Atmung der Samenpflanzen und über die Isolierung der Atmungsenzyme I. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
183. Über die Menge und den Ursprung des Ammoniaks in den Produkten der Vesuveruption im April 1906. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
184. Läßt sich der Chilisalpeter durch das Ammoniumsulfat ersetzen? Verlag Union, Praha.
185. Vznikající ztráty dusíku v půdě při hnojení čilským ledkem? Listy cukrovarnické. Praha.
186. O vlivu různých uhlohydrátů a organických kyselin na pochody denitrifikační. Listy cukrovarnické, Praha.
187. Über den Einfluß der Bakterien auf die Metamorphose der Salpetersäure im Boden (mit Jelínek und Ernest). Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
188. Treten Stickstoffverluste im Boden ein bei Düngung mit Chilisalpeter? Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
189. Über das Schicksal der Phosphorsäure im Boden bei der Kultur der Zuckerrübe. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
190. La fixation de l'azote par l' azotobacter. Vorgetragen anläßlich des Chemikerkongresses in Rom 1906. Atti del VI. Congresso internazionale di chimica applicata, Roma 1907.
191. Über die chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobacter und Radiobacter. Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.

1907.

192. Über die glukolytischen Enzyme im Pflanzenorganismus. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie. Straßburg.
193. Über die Wirkung des Stallmistes. Vortrag, gehalten auf dem internation. landwirtschaftl. Kongreß in Wien 1907. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
194. Über die anaërobe Atmung der Samenpflanzen und über die Isolierung der Atmungsenzyme II. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
195. Über den Ursprung des Ammoniaks in den Produkten der Vesuveruption im April 1906. Centralblatt für Mineralogie.
196. Über die Atmungsenzyme im Pflanzenorganismus. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
197. O původu, množství a významu kysličníku uhličitého v půdě. Listy cukrovarnické, Praha.
198. Alkoholische Gärung in den Pflanzen- und Tierzellen. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
199. Die Atmungsenzyme in den Pflanzenorganen, Wiesners Festschrift, Wien.
200. Beiträge zur Kenntnis der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch die Bakterien. (Vortrag am Kongreß der Association française pour l'avancement des sciences, Reims.)

1908.

201. Beiträge zur Lösung der Frage der chemischen Natur des Wurzelsekretes (mit Ernest). Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Leipzig.
202. Beitrag zur Kenntnis der chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffs durch Azotobacter und Radiobacter (mit Ernest). Verlag Gustav Fischer, Jena.
203. Zur Frage des Phosphorgehaltes des Chlorophylls. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
204. Über den Einfluß verschiedenartiger Kohlenhydrate auf die Assimilation des Stickstoffes durch Azotobacter. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
205. Ist der Phosphor an dem Aufbau des Chlorophylls beteiligt? Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, Berlin.
206. Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffanreicherung des Bodens durch Bakterien und ihre Bedeutung für die Pflanzenernährung. Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin.
207. Beitrag zur Kenntnis der physiologischen Funktion des Kalis im Pflanzenorganismus. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
208. O proměnách fosfátů v půdě při pěstování cukrovky. Listy cukrovarnické, Praha.
209. Über die anaërobe und aërobe Atmung erfrorener Zuckerrüben. Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, Praha.
210. Die natürliche Lösung der Stickstofffrage durch Bodenimpfung. Österreichische Chemiker-Zeitung, Wien.
211. Notions générales sur la respiration des plantes. Referat anläßlich des Kongresses der Association française pour l'avancement des sciences Reims 1908. Comptes rendus de la 37me session, Paris.
212. Fixation de l'azote dans la pratique agricole. Vortrag, gehalten anläßlich des Kongresses der französischen Chemiker 1908, Paris. Bulletin de l'Association de chimistes Paris 1908.
213. Založení technického Musea král. Českého a organisace technického výzkumnictví. Festrede anläßlich der Gründungsfeier des Technischen Museums, Prag, Selbstverlag.
214. Lidová vysoká škola zemědělská. Selbstverlag. Praha.

1909.

215. Läßt sich der Chilisalpeter durch Kalksalpeter zur Zuckerrübe ersetzen? Zeitschrift für landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
216. Über die Zuckerabbau fördernde Wirkung des Kaliums. Ein Beitrag zur Kenntnis der alimentären Glukosurie. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie, Straßburg.

217. Über glukolytische Enzyme in Pankreas. — Zeitschrift f. physiologische Chemie. Straßburg.
218. Beitrag zur Kenntnis der Nährstoffaufnahme unserer Halmfrüchte. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung, Stuttgart.
219. Über die chemische Natur der Wurzelsekrete bei der Zuckerrübe. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
220. Neue Versuche, die Rebendüngung betreffend. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien.
221. Sur les programmes de l'enseignement agronomique supérieur en sa situation actuelle dans chaque pays. — Modes d'organisation de l'enseignement des specialités. Vortrag vor dem Professorenkollegium der Belgrader Universität. Selbstverlag der Universität.

1910.

222. Methoden zur Bestimmung der Exkrete bei der Atmung der Bakterienzelle. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Berlin.
223. Photochemische Synthese der Kohlenhydrate aus Kohlensäureanhydrid und Wasserstoff in Anwesenheit von Kaliumoxyd in Abwesenheit von Chlorophyll. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien.
224. Über die Synthese der Kohlenhydrate in der chlorophyllhaltigen Zelle. Vortrag, gehalten auf dem internationalen Physiologen-Kongreß in Wien 1910. Berichte des inter. physiol. Kongresses, Wien.
225. Quels sont les meilleurs modes d'organisation et de fonctionnement des exercices pratiques à faire un cours des leçons théoriques ? Festvortrag, gehalten anläßlich des Internationalen Kongresses der technischen Hochschulen, Brüssel 1910. Comptes rendus de congrès international l'enseignement technique supérieur 1910.
226. Je možno zvýšiti výnosy našich rostlin kulturních hromaděním bakterií v půdě ? Zemědělský Archiv, Praha.
227. Náhrada živin a výživa rostlin zahradních, zelinářských, stromů ovocných a vinné révy. Zemědělský Archiv, Praha.
228. Mikrochemický důkaz kalia v řepě cukrovce. Zemědělský Archiv, Praha.

1911.

229. Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.
230. Methoden zur Bestimmung der Atmungsintensität der Bakterien im Boden. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
231. O dozrávacích a dýchacích pochodech hroznů. Zemědělský Archiv, Praha.
232. Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
233. Über die biologische Absorption der Böden. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
234. Über die Düngung der Zuckerrübe mit schwefelsaurem Ammoniak. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
235. Katalytischer Dünger und dessen Wirkung auf die Entwickelung der Zuckerrübe. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
236. De l'importance physiologique du manganèse et de l'aluminium dans la cellule végétale. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
237. Pochody při asimilaci kysličníku uhličitého buňkou chlorofylovou. Kongreß polnischer Ärzte und Naturforscher, Krakau 1911, Kongreßberichte.
238. Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. Mit 12 Tafeln. Verlag Gustav Fischer, Jena.
239. Photochemische Synthese der Kohlenhydrate aus Kohlensäureanhydrid und Wasserstoff in Abwesenheit von Chlorophyll. (Mit Zdobnický). Biochemische Zeitschrift, Berlin.
240. Die Bildung von Kohlenhydraten im ultravioletten Licht (ohne Chlorophyll). Die Umschau, Frankfurt a. M.

1912.

241. Über den Einfluß der Radioaktivität auf die Entwicklung des Pflanzenorganismus. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
242. Methoden zur biochemischen Untersuchung des Bodens. Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Berlin.
243. Ist das Kalium an dem Auf- und Abbau der Kohlenhydrate bei höheren Pflanzen beteiligt? Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, Wien.
244. Influence de la radioactivité sur le développement des plantes. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
245. Biologie et radioactivité. Festvortrag, gehalten anläßlich des Internationalen Radiologen-Kongresses, Prag 1912. Revue générale des Sciences. Paris 1912. Deutsche Übersetzung in der Chemiker-Zeitung, Cöthen usw.
246. Der Einfluß der Radioaktivität auf die Entwicklung des Pflanzenorganismus. Die Umschau, Frankfurt a. M.
247. Über die photochemische Synthese der Kohlenhydrate unter Einwirkung der ultravioletten Strahlen (mit Šebor und Zdobnický). Biochemische Zeitschrift, Berlin.

1913.

248. Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung des Chlorophylls. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Dresden.
249. Über die photochemische Synthese der Kohlenhydrate. Biochemische Zeitschrift. Berlin.
250. Rentiert sich die Düngung mit Ammoniumsulfat? Österreichische Agrar-Zeitung, Wien.
251. Über die photochemische Synthese der Kohlehydrate (mit Šebor und Zdobnický). Biochemische Zeitschrift, Brelin.
252. Influence de la radioactivité sur le développement des plantes. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
253. De l'influence de l'uranium et du plomb sur la végétation. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
254. Sur la synthèse des sucres par les émanations radioactives. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
255. De l'influence de la radioactivité sur les microorganismes fixateurs d'azote ou transformateurs de matières azotées. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris.
256. Radioaktivität in der Physiologie. Vortrag, gehalten auf dem Kongreß der Naturforscher und Ärzte in Wien. 1913. Chemiker-Zeitung, Cöthen. Österr. Chemiker-Zeitung, Wien. Deutsche med. Wochenschrift, Berlin usw. usw.
257. Maßnahmen gegen die die Landwirtschaft schädigende Verunreinigung der öffentlichen Gewässer und gegen die Staub- und Rauchschäden bei der Land- und Forstwirtschaft in Österreich. Mitteilungen über die Verhandlungen des Landwirtschaftsrates, Wien.

1914.

258. Methoden zur biochemischen Untersuchung des Bodens. Vortrag, gehalten auf dem pedologischen Kongreß in München. 1914. Berichte des pedolog. Kongresses, München.
259. Über radioaktive Düngemittel. Chemiker-Zeitung, Cöthen.
260. Bedeutung der Radioaktivität in der Physiologie, Strahlentherapie, Berlin.
261. Studie o chlévské mrvě. Zemědělský Archiv, Praha.
262. Einfluß der Radiumemanation auf die Keimung der Samen. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Jena.
263. Über die Bedeutung des Kaliums bei dem Auf- und Abbau der Kohlenhydrate in der Zuckerrübe. Blätter für Zuckerrübenbau, Berlin.
264. Die Volksernährung im Kriege. Vortrag in der Urania in Wien 1914. Referát der Österreichischen Agrar-Zeitung, Wien. Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin. Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung, Berlin usw. usw.
265. O prameńech lidové výživy za války. Vortrag, gehalten in Prag und Pilsen, Selbstverlag, Prag.
266. Unsere Landwirtschaft als sicherste materielle Basis des gegenwärtigen Krieges. Österreichische Rundschau, Wien.

1915.

267. Über die Bedeutung der Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die photochemische Synthese der Kohlenhydrate in der chlorophyllhaltigen Zelle. Strahlentherapie, Berlin.
268. Entspricht die jetzige Broterzeugung den modernen biochemischen Anforderungen der menschlichen Ernährung? Deutsche medizinische Wochenschrift, Berlin.
269. Der Stand der Brotfrage in Deutschland und Österreich-Ungarn während des Krieges. — Chemiker-Zeitung, Cöthen.
270. Über den Einfluß des Kalium-Ions auf die Entwicklung der Zuckerrübenpflanze. Österreichisch-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Wien.
271. Das Ammoniumsulfat und dessen Bedeutung während der jetzigen Kriegszeit und in der Zukunft. Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung, Berlin.
272. Die Brotfrage in Österreich-Ungarn während des gegenwärtigen Krieges. Österreichische Agrar-Zeitung, Wien.

1916.

273. Výživa obyvatelstva ve válce. Selbstverlag, Prag. 1916.
274. Die Stickstofffrage im gegenwärtigen Kriege. Österreichische Rundschau, Wien.
275. Billige und gute Stickstoffbeschaffung während des Krieges durch rationelle Verwertung der Jauche für die Erhöhung der Erträge der Kulturpflanzen. Österreichische Agrar-Zeitung, 1916, Wien.
276. Ist das Kalium-Ion an der Eiweißsynthese in der Pflanzenzelle beteiligt? Biochemische Zeitschrift, Berlin.
277. Über die Abhängigkeit der Resorption des Kalium-Ions von der Gegenwart des Natrium-Ions im Organismus der Zuckerrübe. Biochemische Zeitschrift, Berlin.
278. Die Entwicklung und der jetzige Stand der Landwirtschaft in Böhmen. Das böhmische Volk, Praha.
279. Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiologische Bedeutung des Kalium-Ions im Organismus der Zuckerrübe. S 23 tab. (mit Matoušek), Verlag Gustav Fischer, Jena.
280. Über die Broterzeugung in Österreich-Ungarn während des Krieges. Vortrag in der Urania in Wien 1916. Österreichische Agrar-Zeitung, Wien. Wiener landwirtschaftliche Zeitung, Wien, und Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin, usw. usw.
281. Die Ersatzmöglichkeit der Staßfurter Kalisalze durch feingemahlenen österreichischen Phonolith. Österreichisch-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft, Wien.
282. Eine Reform der Broterzeugung während des Krieges. Die Umschau, Frankfurt a. M.

1917.

283. Das Brot der Zukunft. 7 Tafeln Verlag Gustav Fischer, Jena.
284. Die physiologische Bedeutung des Kaliums in der Pflanze. Biochemische Zeitung, Berlin.
285. Über Rauchbeschädigungen im Walde durch schweflige Säure. Vereinsschrift des böhmischen Forstvereins, Prag.
286. Zukunftsaufgaben des neuen Ernährungsministeriums. Österreichische Agrar-Zeitung, Wien, 1917.
287. Über die Brotfrage. Deutsche landwirtschaftliche Presse, Berlin.
288. Zur Frage der Wiederaufrichtung unserer Bierproduktion. Österreichische Agrar-Zeitung, Wien.
289. Ist der Biergenuß ein menschliches Bedürfnis? Separatabdruck. Gambrinus, Wien.

1918.

290. Über die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen in Österreich. Mit 35 Taf. Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.
291. Jak organisovati zemědělské výzkumnictví na Moravě. Kodym. Olomouc.
292. Zur Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge. Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin.
293. Über die Verbreitung des Aluminium-Ions im Pflanzenreiche. Biochem. Zeitschrift, Berlin.

294. Über den Einfluß des Aluminium-Ions auf den Keimungsprozeß und die Entwicklung der Pflanzen. Biochemische Zeitschrift, Berlin.
295. Über die physiologische Bedeutung des Aluminium-Ions im Pflanzenorganismus. Biochemische Zeitschrift, Berlin.
296. Über die Bedeutung der Tonerde für die Pflanzenproduktion. Verlag Gustav Fischer, Jena.
297. Über Rauchbeschädigungen im Walde durch schweflige Säure. Allg. Forst- u. Jagdzeitung.
298. Mit J. Šebor, V. Zdobnický, F. Týmich, O. Horák, A. Němec und J. Cwach: Über den Einfluß des Aluminiumions auf die Keimung des Samens und die Entwicklung der Pflanzen. Bioch. Ztschr. 91, 137—223.

1920.

299. Mit J. Šebor, V. Zdobnický, E. Napravil und J. Hromádka:
1. Über die Radioaktivität des Kaliums und ihre Bedeutung in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle I. Bioch. Ztschr. 108, 109—139.
300. 2. Der Mechanismus der physiologischen Wirkung der Radiumemanation und der Radioaktivität des Kaliums auf die biochemischen Vorgänge beim Wachstumsprozeß der Pflanzen. II. Biochem. Ztschr., 103, 140—172.
301. 3. Die Bedeutung der Radioaktivität des Kaliums bei der Photosynthese. III, Bioch. Zeitschrift 108, 173—184.
302. Mit Fr. Straňák und A. Němec: O působení kyanovodíku na buňku bakterií a vyšší organisované flory. C. r. d. l'Académie des Sciences, 170, 1404—1407.

1921.

303. Das Knochenmehl als wirksames Düngemittel für unsere Kulturpflanzen. D. Landwirtsch. Presse, 48, 761 u. 762.

1922.

304. Biochemische Methoden zur Bestimmung der Fruchtbarkeit des Bodens. Chem. Ztg. 46, 681—683.
305. Stickstoff und Phosphathumus. Wiener landw. Ztg. 71, 473.
306. O působení selenu a radia na klíčení semen. C. r. d. l'Académie des Sciences 174, 1075 bis 1077.
307. Das Aluminium im Leben der Organismen. Umschau 26, 134 und 135.
308. Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur.
309. Mit J. Šebor, Tymich und J. Cwach: Über die Resorption des Aluminiumions durch das Wurzelsystem der Pflanzen. Biochem. Ztschr. 128, 35—47.
310. Mit S. Křička, Pěnkava, Zelenka, Chmelař und Jánský: Über die Einwirkung des Selens auf den Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanze bei Anwesenheit der Radioaktivität der Luft und des Bodens. Biochem. Ztschr. 130, 604—643.
311. Das radioaktive Mineralmoor in Franzensbad. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1922.
312. Radioaktivita půdy a vzduchu jako vegetační faktor pro vývoj rostlin kulturních. Zemědělský Archiv Praha, XII., 1—6.
313. Sur la respiration des racines. C. r. de l'Académie des sciences 175, 995—997.
314. Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen. Fischer, Jena. (500 S mit 28 Abb.)
315. L'importance de la flore bactérienne pour le dévéloppement des plantes. Vortrag, gehalten in der Landw. Akademie, Paris.
316. Engrais biologiques. Festvortrag, gehalten anl. der Hauptversammlung der Chemischen Gesellschaft, Paris, Mai 1922.

1923.

317. Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien. (487 S., 57 Abb.)
318. Über den Einfluß des Schwefeldioxyds auf die Atmung der Phanerogamen. Biochem. Ztschr. 136, 306—326.
319. Nové pokroky při zlepšování ornych půd za účelem pěstování řepy cukrové. Assoc. chim. de sucre et dist., 40, 109—121.

320. Biochemijske metode za odredjivanje plodnosti tla. Poljoprivredni Glasnik, Novi Sad.
321. O vzniku a původu chilského ledku. C. r. de l'Académie des sciences 176, 1570—1573.
322. Les bactéries du sol et sa fertilité. Vortrag auf dem Internationalen landw. Kongreß in Paris.

1924.

323. Über den Ursprung des Salpeters in Chile. Chem. Ztg. 48, 4, 949—950.
324. Mit P. Křička: Über den Einfluß der Bakterien auf den Lösungsprozeß der Phosphate im Boden. Zentralblatt f. Bakt. II., 61, 298 až 311.
325. De la fonction physiologique de l'iode dans l'organisme de la betterave à sucre. C. r. de l'Académie des sciences, 178, 120.
326. Über die Resorption der Ionen durch das Wurzelsystem der Pflanzen. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., 42, 183—191.
327. Über den Einfluß der Bakterien auf die Fruchtbarkeit des Bodens. Festschrift f. Prof. Dr. h. c. Schindler, Paul Parey, Berlin.
328. Nové směry ve zvýšení produkce rostlinné. Verlag des Ministeriums für Landwirtschaft, Prag.
329. La fertilité du sol. — Festvortrag anläßlich des Internationalen pedologischen Kongresses in Rom.
330. La radioactivité des gaz du Vèsuve et des solfatares de la Campagnie et son influence sur le dévéloppement des bactéries et des plantes supérieures. — Vortrag in der Académie des sciences, Paris.

1925.

331. Über den Einfluß der Radioaktivität auf die Kraft- und Stoffwechselprozesse in der Tier- und Pflanzenzelle. — Vortrag auf dem Balneologenkongreß in Karlsbad.
332. Valeur physiologique de l'acide phosphorique des superphosphates et de divers phosphates. — Revue Int. de Renseignements Agricoles, Vol. III. Nr. 4.
333. Mit E. G. Doerell: Der Boden und die Bodenuntersuchung. Urban & Schwarzenberg, Handbuch der praktischen und wissenschaftlichen Pharmazie.
334. Methoden zur biochemischen Untersuchung des Bodens. (Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.)
335. Valeur physiologique de l'acide phosphorique des divers phosphates. Vortrag auf dem Internationalen landw. Kongreß in Warschau.
336. Účast Čechoslováků na světovém vývoji zemědělstvi. Věstník ČAZ I. No. 1—5.
337. Nové objevy v mechanice dýcháni buňky rostlinné a živočišné. Věstník ČAZ I. 5—6.
338. O fysiologické hodnotě kyseliny fosforečné v superfosfátech a různých fosfátech. Vorgetragen am XII. Intern. landw. Kongreß in Warschau. Věstník ČAZ I. No. 8.
339. O významu dusíku pro zemědělstvi a obranu státu. Věstník ČAZ I. No. 9—10.

1926.

340. Mit Josef Bareš: Mechanika procesů anaerobního dýchání orgánů rostlinných. — Sborník ČAZ I. A. 1—46.
341. Mit J. Pěnkava: Über den Chemismus des Zuckerabbaues in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluß der Radioaktivität auf die anaerobe Atmung der Pflanzenorganismen.— Chemie der Zelle und Gewebe, XII. 5.
342. Nové objevy o působení radioaktivity na organismus rostlinný a živočišný. Věstník ČAZ II. No. 2.
343. Práce Dr. h. c. Fr. Farského v oboru agrochemie a zemědělského vyučování. Věstník ČAZ II. No. 4.
344. K 75tým narozeninám Dr. Ant. Pavce. Věstník ČAZ II. No. 5—6.
345. Osobnost Dr. J. B. Lambla a jeho vědecká práce. Věstník ČAZ II. No. 9.
346. Mit E. G. Doerell: Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens. — Paul Parey, Berlin (822 S. 91 Abb.).
347. Mit J. Bartoš: O fysiologickém významu jodu v organismu rostlinném. — Věstník ČAZ II. 10.
348. Der Kohlehydratumsatz in der Pflanzenzelle. — Ber. d. Dtsch. bot. Ges. XLIV. 4.
349. Die physiologische Funktion des Jodes beim Bau- und Betriebsstoffwechsel in der chlorophyllhaltigen und chlorophyllosen Zelle. Biochemische Ztschr. 176, 1—3.

350. Jod als biogenes Element im Organismus der Zuckerrübe. — Fortschritte der Landwirtschaft I. 19.
351. Les dommages causés à l'agriculture par les émanations des usines. — Festvortrag, gehalten anläßlich des Intern. Forstwirte-Kongresses in Rom.

1927.

352. Der jetzige Stand des Problemes der Bestimmung der Fruchtbarkeit des Bodens auf Grund der modernen biologischen und biochemischen Forschung. — Fortschritte der Landwirtschaft H. 2.
353. Mit J. Pěnkava und J. Bareš: O působení radioaktivity na buňku chlorofylovou a buňku chlorofylu prostou. — Sbornik ČAZ II. A. 57 bis 111.
354. Über den Einfluß der Radioaktivität auf den Aufbau neuer lebender Pflanzenmasse. — Zellstimulationsforschungen, Parey, Berlin.
355. Biochemische Methoden auf dem Gebiete der Pflanzenhygiene. — Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.
356. Die Milchsäure als intermediäres Produkt des anoxybiotischen Kohlenhydratumsatzes in der Tierzelle. — Bioch. Ztschr. 183, 4—6.
357. Les nouvelles recherches concernant la nutrition du blé et les méthodes modernes chimico-biologiques par lesquelles on peut augmenter la récolte. — Vortrag, gehalten auf dem internationalen Kongreß für die Ernährung der Menschheit, Rom.
358. Biochemie der Weizenpflanze. — Deutsche Landwirtschaftliche Presse, Berlin.
359. Nynější stav fysiologie výživy zemáků a jich působení na výměnu látek a sil v organismu lidském. Věstník ČAZ III. No. 2.
360. Zvýšení produkce pšeničné účelnou výživou. Věstník ČAZ III. No. 4.
361. Über die Verbreitung des Jodes in der Natur und seine physiologische Bedeutung im pflanzlichen und tierischen Organismus. (Ztschr. f. angewandte Chemie, 1, 1927.)
362. La biochemie du blé. (Vortrag in der französischen landw. Akademie, Paris, 24. Okt. 1927.)
363. K 80tým narozeninám čestného člena ČAZ prof. Emila Godlewského. Věstník ČAZ III. No. 6—7.
364. Kultura cukrovky, pšenice a kukuřice na východním Slovensku a prostředky k zvýšení sklizní. Věstník ČAZ III. No. 8.

L'importance du travail scientifique du Dr. Stoklasa

en ce qui concerne l'agriculture dans les régions montagneuses de la Tchécoslovaquie.

Par

Ing. Dr. Karel Bachrach,

propréitaire et président de la Société pour l'utilisation de l'alcool et de l'Union des distilleries d'alcool agricoles à Prague.

En voulant évaluer l'importance du travail scientifique du Dr. Stoklasa au point de vue restreint des intérêts concernant l'agriculture dans les régions montagneuses, sous accentuons par là principalement le sentiment le plus développé du savant de la vie pratique et de la lutte des plus acharnées que l'agriculture a à livrer contre la nature sur les terres pauvres de montagne.

Le Dr. Stoklasa est un savant très rare, son activité s'est étendue presque dans toutes les disciplines de la science agricole, toute grande que soit sa diversité. Il a examiné la constitution du sol, en premier lieu, en sa qualité de station pour les actes vitaux de la plante qui y est cultivée, et cela tant au point de vue physique et chimique qu'au point de vue de sa biologie. Ses études qui portaient sur la physiologie et la biologie des plantes cultivées lui ont permis, après un infatigable travail scientifique de quarante ans, de créer, sur la base de toute une série de recherches, une manière de voir moderne en ce qui concerne l'alimentation des plantes en question. Le but qu'il avait poursuivi dans ses recherches était celui d'aider l'agriculture moderne à obtenir les plus grands rendements en récoltes, et ce n'est qu'en prenant en considération l'accroissement discontinu et général de la population — ce qui veut dire une augmentation de ses besoins au point de vue de l'alimentation, et celle du niveau de la vie lequel va en montant — qu'on parvient à apprécier pleinement l'importance de l'oeuvre de toute la vie du professeur Stoklasa.

C'est notamment l'agriculture de montagne qui doit à son éminent maître son travail scientifique, étant donné que c'était elle qui avait à souffrir des conditions peu propices relatives à la production végétale sur une station à couche arable pauvre, manquant de principes fertilisants et ayant souvent des qualités physiques accompagnées d'une petite activité de la flore des microbes du sol et entravant, par conséquent, le dévoleppement voulu des produits agricoles. Et ce sont toutes ces directions que suivent les études du Dr. Stoklasa dont l'esprit scrutateur tendait à obtenir de nouvelles acquisitions et de nouveaux moyens susceptibles d'apporter une production végétale rehaussé.

Il a examiné les différentes formations géologiques de sterres de la Bohême, surtout la formation granitoïde qui constitue la base de la plupart de nos sols de montagne et de leur couche arable, il en a établi le défaut de phosphore et

de chaux et, déjà vers la huitième décade du siècle précédent, il encourageait les cultivateurs d'appliquer utilement les engrais chimiques en vue de rehausser le rendement en récoles.

Toutefois, ayant reconnu alors, que le commerce mettait en vente des engrais de peu de valeur, il a manifesté ses craintes que les agriculteurs, méfiants par nature, ne fuient l'emploi de ces engrais, et il invitait les usines et les commerçants à renoncer à ce procédé déloyal. En effet, les conséquences funestes n'ont pas manqué de survenir et plusieurs décades se sont écoulées avant que les usines et leur produits eussent à nouveau acquis la confiance de la part des agriculteurs et que l'application rationelle de ces engrais eût pris une extension générale.

La présence du potassium dans les sols de montagne — autant que ces derniers sont nés de la désagrégation du granit et du gneiss — était bien connue, toutefois ce n'etaient que les études de Stoklasa relatives à l'importance physiologique du potassium qui ont fait prêter aux agricultures pratiques une attention rehaussée à cette question sans se contenter de constater tout simplement la circonstance que leurs sols accusent une partie auffisante de potassium, naturellement dans des combinaisons d'une solubilité pour la plupart difficile. D'après les coutumes existantes, ils ne complétaient pas, dans ce sens, les portions d'engrais chimiques.

Cela n'a été qu'au début du vingtième siècle que, dans les régions où les pommes de terre étaient cultivées avec intensité, on a commencé à employer fortement les sels potassiques concentrés pour compenser de la sorte les quantités que les récoltes rehaussées avaient fait perdre au sol.

Déjà en 1901, le professeur a traité la signification de la valeur nutritive du potassium dans des essais comparatifs minutieux faits, dans diverses régions productrices de la Bohême, avec l'orge et la betterave sucrière. Il en a parlé dans son rapport „Ergebnisse der Beobachtungen der Düngung mit Kalisalzen in Böhmen", dans son opuscule „Unter welchen Umständen wirkt eine Kalidüngung proteinvermindernd auf die Braugerste" (1905) dans l'ouvrage „Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Funktion des Kalis im Pflanzenorganismus" (1908).

Comportent un grand intérêt ses rapports statistiques sur les énormes dommages qu'essuie l'agriculture tchécoslovaque par l'enlèvement, par l'action de l'eau, de la chaux et son écoulement dans nos rivières qui vont la porter dans le Labe (l'Elbe). Il a principalement attiré l'attention sur le manque naturel de calcium dans les couches arables, autant que ces dernières sont les produits de désagrégation de l'Archéen, du granit et du gneiss, et sur la nécessité de le compléter convenablement, par des portions intermittentes de chaux vive, éventuellement, par celles de bicarbonate de calcium.

L'agriculture appliquée a reçu un renseignement des plus importants par l'ouvrage classique de Stoklasa intitulé „Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Jons im Boden" (1911). S'étant rendu compte de la réversibilité de l'acide phosphorique, sous les conditions données, surtout dans le sol de montagne qui contient de considérables excès de fer, d'aluminium, de magnésium, etc., les agriculteurs ont fortement changé l'usage existant de compléter le besoin d'acide phosphorique, pour la plupart, par des superphosphates, de sorte

que, de nos jours, dans certaines conditions, on a recours à employer, sur une échelle assez large, les scories de déphosphoration d'où, grâce à l'activité ultérieure du système radiculaire et des bactéries, l'acide phosphorique passe de la forme insoluble dans la forme soluble. En même temps, ils ont acquis, dans le sol, une petite portion de chaux et, par là, une petite contribution pour faire baisser son acidité qui, par contre, par suite de l'application du superphosphate, était encore élevée par l'acide sulfurique.

Un ouvrage de Stoklasa comportant le plus haut intérêt et traitant l'élément qui se trouve en quantité notable dans les couches arables de montagne, a été publié en 1912 et il porte le titre de „Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau und Betriebsstoffwechsel der Pflanze".

Non moins importantes sont ses explications relatives au fer et au magnésium en leur qualité d'autres pierres de construction dans l'atelier mystérieux de la nature et qui, avec les éléments précités, collaborent à la construction de nos plantes cultivées.

Dans son ouvrage „Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens" (1926), il prête une attention particulière à l'élément biogène, le carbone, qui, jusqu'ici, était peu apprécié dans la science agricole, bien qu'il soit le plus important parmi les corps simples nécessaires pour les organismes végétaux, étant donné qu'il contribue à la formation de leur corps par une part allant jusqu'à 48 pour cent.

En connexion avec le cycle du carbone, l'auteur renvoie au cycle de l'azote et du phosphore et à leur importance pour la formation de la nouvelle masse végétale. Aujourd'hui, les agriculteurs pratiques se rendent compte de l'importance de l'azote en conservant convenablement le fumier, en tâchant d'éviter, dans la mesure du possible, les pertes de cet élément biogène des plus importants et en préparant, en outre, pour l'activité des microorganismes du sol un matériel convenable de respiration se trouvant dans le fumier.

Et ici nous nous trouvons en face d'une autre étape des grandioses recherches de Stoklasa sur les bactéries du sol et sur leur activité remarquable susceptible de faire obtenir à l'agriculteur pratique les plus grands rendements en récoltes, si ces dernières ont reçu les conditions propices à leur puissant développement.

Déjà au cours des années 1895—1896 et, plus tard, pendant la guerre mondiale, Stoklasa effectuait des essais portant sur l'activité des bactéries sur le développement de la végétation, et il examinait, en premier lieu, les microorganismes qui vivent dans la rhizosphère des plantes. Les résultats de ces essais suivent deux directions.

Dans un quintal de terre qui couvre les fines racines des plantes, on a pu établir diverses quantités de germes végétatifs, à savoir:

pour le seigle	40—48	millions
pour l'avoine	45—60	„
pour l'orge	43—62	„
pour les pommes de terre	42—44	„
pour le trèfle	82—88	„

L'activité de ces microorganismes diffère non seulement en ce qui concerne les conditions générales, mais encore principalement en ce qui concerne la plante avec la rhizosphère de laquelle se forme la synergie de la bactérie, et elle a été établie par Stoklasa d'après la quantité de l'anhydride carbonique qu'exhalent les microorganismes dans 1 kilogramme de terre, à savoir:

dans la rhizosphère du seigle	78.2	mg
„ „ „ de l'avoine	57.2	mg
„ „ „ de l'orge	61.8	mg
„ „ „ de la pomme de terre	39.—	mg
„ „ „ du trèfle	84.—	mg

En outre, il a été prouvé que la formation de la nouvelle substance vivante s'est élevée alors qu'on avait ajouté au sol dans lequel on a effectué les essais avec les plantes cultivées, de l'extrait primitif avec le matériel vivant provenant des terres où les plantes cultivées avaient très bien prospéré.

De ce fait Stoklasa déduit l'affirmation que toutes les espèces spéciales de microbes qui se trouvent dans la rhizosphère, exercent positivement une influence propice alors qu'elles sont ensemencées dans le sol encore à la variété de céréale, de plante sarclée, de légumineuse, etc. dans la rhizosphère desquelles elles avaient été isolées. Il a surtout établi que la rhizosphère de l'orge vit dans la synergie avec une bactérie spéciale.

Etant en présence suffisante de l'oxygène et du matériel de respiration sous forme d'hydrate de carbone assimilable, les bactéries axhalent une grande quantité d'anhydride carbonique qui non seulement ammeublit le sol et, par là, fait obtenir des conditions propices pour sa capacité pour l'air, mais encore il dissout dans l'eau qui, étant saturée, agit sur les phosphates autrement non solubles dans l'eau et amène, dans la solution aqueuse, l'acide phosphorique et les combinaisons potassiques, magnésiennes, calciques, etc. qui, ensuite, peuvent être résorbées par la rhizosphère des plantes.

Stoklasa a encore établi que, grâce à ces processus respiratoires qui mobilisent l'énergie contenue dans le matériel respiratoire organique, le sol est échauffé de 1—2 degrés centigrades de plus, ce qui comporte une grande importance surtout pour ce qui concerne le jeune organisme en végétation, principalement dans les sols de montagne à climat manquant souvent de chaleuratmosphérique propice à la croissance des plantes cultivées.

Basant sur sa découverte que les bactéries allinites assimilent l'azote élémentaire en laissant un grand excès de pentoseset hexoses avec la participation du bacile qui se rencontre notamment dans les sols humifères, il a donné, déjà en 1916, l'impulsion à exécuter des essais relatifs à l'ensemensement du sol des champs de l'exploitation modèle à terre tourbeuse à Zalši, rattachée au Service des améliorations foncières du Conseil d'agriculture. On a établi, par des essais bactériologiques, que le sol de la place ci-dessus contenait trop peu de bactéries et que n'étaient pas présentes surtout les bactéries assimilant l'azote élémentaire.

Les essais ont porté sur l'avoine, la betterave fourragère et les pommes de terre et ils ont fait obtenir, chez l'avoine, un rendement en grains augmenté

de 14%, celui en paille, de 18%, chez la betterave fourragère, celui en racines de 9%, celui en feuilles de 53%, chez les tubercules de pommes de terre de 44% que dans les parcelles non ensemencées. L'analyse chimique des produits provenant des parcelles ensemencées a démontré que la qualité avait également augmenté.

Le Dr. Stoklasa s'est chargé de faire établir des usines pour la fabrication du „biohumus" et du „fosfáthumus" à Loděnice, ensuite à Kralupy, et il a fait mettre en vente ces engrais bactériels. Les résultats pratiques étaint très satisfaisants. Moi-même, pendant les années 1921—1923, j'ai effectué des essais comparatifs en appliquant l'engrais humus phosphaté au seigle et aux pommes de terre, et j'en ai publié les résultats dans les revues tchécoslovaques spéciales. Au cours de peu d'années, on a mis en vente environ 80.000 quintaux de „humus" et, bien que le débit en fût allé en croissant, on en a tout de même arrêté la fabrication en 1925, puisque l'entrepreneur, au point de vue de la rentabilité momentanée, n'en trouvait pas la fabrication assez lucrative, le conservatisme de l'agriculteur qui, encore actuellement, se fait lentement à tout changement et notamment à l'application des engrais chimiques, étant très bien connu.

Dans son ouvrage „Jak možno nyní v době poválečné zvýšiti úrodnost půdy" (1919) = Comment il est possible d'augmenter la fertilité du sol maintenant, après la guerre, le Dr. Stoklasa déclare à juste titre que l'apport du matériel energétique dans le sol joue un grand rôle, puisque le sol y est enrichi d'azote. Quand on n'apporte pas au sol le matériel energétique pour le développement des microorganismes, la qualité du sol diminue, il perd les facteurs dits la fermentation et la maturité de la terre. La fermentation et la maturité du sol diminuent au fur et à mesure de la diminution de la teneur en humus, ce qui entraîne, naturellement, des diminutions des rendements en plantes cultivées.

Les sols de montagne ressentent d'autant plus tout écart de cet équilibre qui seul peut assurer les bons rendements en récoltes, alors qu'on fait face aux conditions de l'aménagement mécanique du sol et du choix minutieux des semences de blés dont les valeurs sont aussi décisives en ce qui concerne les bons résultats des récoltes.

Que l'idée de Stoklasa de faire appliquer cet engrais d'une combinaison intéressante dans la large pratique agricole revive au pays ou à l'étranger, j'estime que les progrès ultérieurs la feront mieux comprendre et même mieux apprécier.

Dans ses nombreuses études, Stoklasa s'est occupé de la physiologie et de la biologie de nos plantes cultivées, notamment de la betterave sucrière, des pommes de terre et des céréales. Dans ce cadre rentre toute une série d'importants ouvrages traitant l'alimentation des plantes, où sont également examinées les fonctions biologiques des importants organes de la plante et de ses principaux éléments, et on en a déduit d'autres précieuses acquisitions. En battant la théorie de Bayer sur l'assimilation du carbone dans la cellule à chlorophylle, Stoklasa prouve que tout le processus se fait sous l'action radioactive du potassium. Le bicarbonate de potassium qui est toujours représenté

dans les cellules à chlorophylle se transforme, sous l'action de l'eau et de l'anhydride carbonique, en carbonate acide lequel, sous l'action de la lumière ou, le cas échéant, des rayons ultraviolets, se réduit, dans les chlorophylles, d'après l'équation suivante:

$$KHCO_3 - HCO_2K \quad O$$
$$HCO_2K \quad H_2CO_3 \quad HCO_2H \quad KHCO_3$$
$$HCO_2H \quad HCOH \quad O$$
$$nOCOH \quad (CH_2O) \quad n$$
$$KHCO_3 \quad HCO_2K \quad \text{etc.}$$

Cette preuve, le Dr. Stoklasa a réussi de la donner et de produire in vitro des hexoses avec le carbonate acide à l'aide des rayons beta et gama de 1 gramme de radium pur d'une façon analogue qu'à l'aide des rayons ultraviolets.

Le savant attribue une importance extraordinaire à la radioactivité en général et à celle de potassium en particulier.

Il en traite dans ses ouvrages „Über die Radioaktivität des Kaliums und ihre Bedeutung in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle" (1920) et „Über den Chemismus des Zuckerabbaues in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluß der Radioaktivität auf die anaerobe Atmung der Pflanzenorganismen" (1925). Il conclut de tout le mécanisme de la respiration que le potassium radioactif se transforme en partie en formes organiques et prend part, en qualité de catalyseur, aux réactions parcourant l'organisme des plantes, aux processus de réduction des hydrates de carbone et à l'échange anaerobie des matières, et ces processus sont produits par l'action du beta des rayons émis par le potassium.

Dans son traité „Ist das Kaliumion an der Eiweißsynthese in der Pflanzenzelle beteiligt?", il accentue l'importance du potassium dans la formation des albuminoïdes et dans la construction des corps des bactéries.

Très intéressantes et importantes sont les communications du Dr. Stoklasa dans son écrit „Über die Resorption der Ionen durch das Wurzelsystem" (1924) en ce qui concerne la résorption des éléments nutritifs par le système radiculaire de la betterave et des pommes de terre laquelle, comme il a établi, est beaucoup plus grande que chez les céréales.

La betterave sucrière et la pomme de terre manifestent une absorption particulièrement forte pour les ions du potassium, du calcium et magnésium, et, par contre, une absorption plus faible pour le ion phosphaté. Pour ce qui concerne les papilionacées, l'absorption des ions du potassium, du calium et du magnésium est la même que chez le ion phosphaté. Par ses essais il prouve que les céréales ont une plus grande capacité d'absorber les anions que les cations.

C'est dans ces qualités caractéristiques et individuelles du système radiculaire des plantes cultivées, soit qu'il assimile facilement les anions et les cations, que Stoklasa voit le principal facteur biologique de toute la théorie et de toute la pratique de l'assolement.

Si c'est même par la voie empirique que la pratique est parvenue à l'assolement où les produits se suivaient surtout dans le système de Norfolsk qui

correspond le mieux aux conditions de l'exploitation de montagne en alternant dans l'absorption des anions et des cations, les résultats des recherches de Stoklasa, dans ce sens, sont très instructifs et ils montrent sûrement à l'agriculture comment s'y prendre pour se rendre nettement compte non seulement de l'assolement qui est dirigé par quantité d'égards, mais encore de l'emploi d'engrais chimiques d'après leur constitution physique par rapport aux cations ou, éventuellement, aux anions susceptibles tous d'être absorbés.

Le Dr. Stoklasa a aussi été le premier à démontrer le fait très important qui est le dégagement, par les racines de la plante et sous l'accès complet de l'air, de l'anhydride carbonique. L'anhydride carbonique amène la solubilité des éléments fertilisants dans le sol et transforme, à l'aide d'eau, les différents éléments nutritifs non solubles dans l'eau en un état de solubilité.

La biologie des pommes de terre au point de vue des enzymes respiratoires dans le tubercule lors de la respiration normale et anaérobie a été l'objet de son attention particulière. (Über Atmungsenzyme 1904.) Dans son travail publié en 1907, il traite les enzymes glycolitiques dans l'organisme des végétaux (betterave sucrière et pommes de terre).

Un ouvrage rare et indispensable à tout agriculteur instruit est celui „O výživě řepy cukrové", 1924 (L'alimentation de la betterave sucrière) que les agriculteurs de montagne auraint sujet d'envier aux cultivateurs de la betterave. Cet ouvrage de Stoklasa renferme plusieurs résultats intéressants ayant trait à la mécanique de la réception et de la consommation des principes fertilisants, soit de l'azote, du phosphore et de la potasse chez la pomme de terre, le seigle, l'avoine et l'orge, et à la quantité d'anhydride carbonique accumulé pendant toute l'époque de la végétation dans les mêmes plantes.

En même temps il a été établi par des essais que la quantité de calories produites à l'hectare augmente avec la quantité d'ion potassique résorbé.

Cette proportion est remarquable et elle fait:

pommes de terre	9.5	mil.	de	calories,	résorption	K_2O	115.5	kilos
orge	6.8	„	„	„	„	„	64.6	„
avoine	6.2	„	„	„	„	„	70.9	„
seigle	4.9	„	„	„	„	„	52.6	„

Cette apparition harmonieuse se trouve en liaison avec l'énergie photosynthétique où l'ion potassique constitue un catalyseur non substituable.

Pour ce qui concerne l'alimentation des pommes de terre, nous manquons un travail tel que la monographie de la betterave à sucre, mais en janvier 1927, au cours de l'enquête scientifique ouverte par l'Académie Tchécoslovaque d'Agriculture où l'on a rapporté sur l'importance de la production de pommes de terre en Tchécoslovaquie par un rapport spécial à l'industrie tchécoslovaque des pommes de terre, le Dr. Stoklasa a traité de l'état actuel de la physiologie de l'alimentation des pommes de terre et de leur action sur l'échange des matières et des forces dans l'organisme de l'homme.

Le savant y traite, en premier lieu, les différentes phases du développement végétatif de la pomme de terre au cours desquelles il établissait la consommation, à l'hectare, des éléments nutritifs par la résorption dans le sol.

Au cours des premiers 30 jours, cette consommation est petite et elle est la suivante:

5.5 kg d'azote
2.1 kg d'anhydride phosphorique
6.6 kg d'oxyde de potassium
1.4 kg de chaux
0.6 kg de magnésie.

Dans 69 jours de végétation, elle est fortement acsendante, à savoir:

51.3 kg d'azote
20.7 kg d'anhydride phosphorique
72.5 kg d'oxyde de potassium
16.2 kg de chaux
7.4 kg de magnésie.

Au troisième stade, au bout de 105 jours, la résorption est comme suit:

73.7 kg d'azote
31.2 kg d'anhydride phosphorique
78.9 kg d'oxyde de potassium
24.6 kg de chaux
18.7 kg de magnésie.

Au bout de 140 jours de végétation, la quantité de principes fertilisants fait à l'hectare:

90.9 kg d'azote
46.2 kg d'anhydride phosphorique
127.4 kg d'oxyde de potassium
28.8 kg de chaux
34.5 kg de magnésie.

La plus grande est l'assimilation de l'oxyde de potassium dans les appareils chlorophyliens laquelle se prépare à continuer sa large activité concernant l'assimilation dans l'atmosphère.

Les pommes de terre manifestent une énergie extraordinaire dans la résorption du potassium dans le sol. Stoklasa énonce la simple phrase: „Le potassium produit la fécule."

Cependant, les racines mêmes de la pomme de terre présentent une faible faculté assimilatrice et, par conséquent, il y faut la synergie des bactéries qui, en exhalant l'anhydride carbonique, amènent, dans la solution aqueuse, l'acide phosphorique, les composés potassiques, etc. qu'ils puisent dans les phosphates non solubles, dans les silicates de potassium, etc., de sorte que les éléments en question peuvent être résorbés par les racines de la plante.

Créer dans le sol, par l'activité biologique, une quantité considérable de bicarbonates, voilà le triomphe de la technique moderne de la production végétale. Ce problème comporte une importance de large envergure pour le rendement de nos plantes cultivées, notamment des pommes de terre.

Les terres qui ne possèdent pas, en quantité suffisante, le matériel organique d'une décomposition facile pouvant servir de matériel energétique pour les processus vitaux des bactéries, les sols qui ont en même temps tous les facteurs de

végétation pour tout l'échange des matières de la cellule des bactéries, produisent les pommes de terre en grande quantité qui se monte aujourd'hui à 250—300 quintaux à l'hectare. Il est donc possible d'élever les rendements quand on ne perd pas de vue l'accumulation des matières organiques et le développement des bactéries dans le sol.

C'est le problème moderne du carbone qui comporte une importance des plus grandes pour l'augmentation du rendement en pommes de terre.

Ayant démontré les principes récents déduits de ses recherches suivant lesquels l'agriculture peut obtenir d'autres rendements en pommes de terre encore, le savant souligne l'importance extraordinaire des pommes de terre pour l'alimentation des organismes de l'homme par rapport à leur digestibilité conditionnée par une considérable portion de substances minérales (1%), présentes comme phosphore sous forme de phytine, de lécithine et de nucléoalbumine, et, en outre, comme potassium fixé sur les acides organiques, et enfin le fer sous forme d'hématogène.

Aujourd'hui, les manières de voir générales concernant l'alimentation mécanique ne sont pas exactes. On tient toujours compte de donner continuellement des calories à l'organisme de l'homme sans prendre en considération l'immense importance des matières minérales physiologiques sous formes organiques. Toute la construction de la nouvelle substance vivante, l'échange des matières et des forces dans l'organisme animal se fait sous la présence des matières minérales.

Le Dr. Stoklasa se présente ici non seulement comme maître de l'agriculture pratique lequel indique les voies à suivre pour augmenter le production de pommes de terre, mais aussi comme propagateur de la consommation des pommes de terre, en faisant preuve de leur importance en leur qualité d'aliment particulièrement convenable à l'organisme de l'homme.

Sa momographie de la betterave sucrière et son traité „Sur l'état actuel de la physiologie des pommes de terre", s'élèvent comme une apothéose de ses grandes études et des résultats obtenus par les recherches infatigables de quarante ans.

Toute cette oeuvre du savant génial offre ses services à l'agriculture pratique, car tout son travail utile tendait à résoudre les problémes relatifs à l'augmentation des rendements en récolte de nos plantes cultivées.

Commençant par établir les conditions du sol dans sa patrie et par connaître les défauts du caractère de leur constitution physique et chimique, il porte son attention sur l'utilisation des éléments biogènes d'après leur physiologie dans le sol et dans l'organisme des végétaux, il approfondit les connaissances acquises en ce qui concerne les microorganismes bactériels et leur énorme importance pour toute la biophysique et toute la biochimie du sol dans la synergie avec l'organisme de la plante et pour les rapports aux atmosphérilies.

Ayant étudié la physiologie et la biologie des plus importantes plantes cultivées et leurs rapports au sol et aux autres facteurs végétatifs, il offre quantité d'éclatantes inventions et d'hypothèses hardies aux milieux spéciaux et aux populations agricoles.

La puissante oeuvre de toute la vie du Dr. Stoklasa vient à son comble dans l'idée relative à l'alimentation des plantes cultivées et dans les nobles efforts d'augmenter à jamais les rendements non seulement dans l'intérêt des agriculteurs en vue de rendre leurs entreprises rentables, mais encore dans l'intérêt de l'humanité en vue de rendre son alimentation meilleure.

L'agriculteur de montagne qui, entravé par la dureté de la nature, ne pouvait que difficilement abandonner l'exploitation extensive pour passer à l'exploitation intensive, rationnelle, puise dans la source des inventions et instructions précieuses du Dr. Stoklasa et s'efforce de bon coeur et avec confiance d'augmenter par degrés la production végétale.

Dans ses efforts scientifiques, le Dr. Stoklasa se tenait toujours très proche de la pratique agricole; peu de savants en ont fait autant.

Il ne suit pas la devise „la science pour la science" par analogie à la devise „l'art pour l'art", pour lui, les recherches constituent la vie dans le sens restreint du mot, ses recherches accourent toujours au secours de l'humanité qui s'efforce de gagner son pain de tous les jours.

Würdigung der Tätigkeit Stoklasas auf dem Gebiete der Pflanzenproduktion.

Von Ing. Dr. František Chmelař.
Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Brno (Brünn).

Die Hochschule f. Bodenkultur in Wien gehört seit je zu den bestorganisierten landwirtschaftlichen Hochschulen. Auch der junge Stoklasa war einige Zeit an dieser Hochschule tätig. Viel führende Männer der landwirtschaftlichen Praxis gingen aus ihr hervor.

Trotz der hervorragenden Lehrer und Ausstattung der Wiener Hochschule lockte es mich, der ich im Jahre 1910 diese Hochschule bezogen hatte, meine Studien an der landwirtschaftlichen Abteilung der Prager čechischen Technik fortzusetzen. Es war dies besonders die Person und Schule Professor Stoklasas mit ihrem lebendigen Geiste der naturwissenschaftlichen Forschung, der mich anzog.

Wer hat nun diese Richtung an der jungen, neuen Schule eingeführt? Es war dies eben unser Jubilar, Professor Dr. Julius Stoklasa, der erste Professor und erste Dekan der landwirtschaftlichen Abteilung in Prag. Freilich hatte Stoklasa schon vor dem Jahre 1906, in welchem die Abteilung errichtet worden war, den Boden für die neue Richtung der Pflanzenproduktion als Dozent und später als Professor der Enzyklopädie der Landwirtschaft an der Tschechischen Technik vorbereitet. Sein Vorgänger an dieser Lehrkanzel war ein landwirtschaftlicher Betriebslehrer gewesen, dem für die Pflanzenproduktion nicht viel Zeit übrig geblieben war, so daß sein Nachfolger gezwungen war, alles von Anfang an neu zu schaffen.

Unser Jubilar besaß für die Schaffung der neuen Richtung alle Vorbedingungen. Er kam aus der Fabrikspraxis, freilich einer modernen Fabrik, welche mit einem schön ausgestatteten Laboratorium und Versuchsglashaus und mit praktischen Versuchen arbeitete. Eben diese Methoden der Fabrikerzeugung, welche schnell alle neuesten wissenschaftlichen und technischen Erfindungen verwertet, wollte unser Jubilar auf die Pflanzenproduktion übertragen, die zur damaligen Zeit vielfach nur praktisch gelehrt wurde. So wendet er sich dem physiologischen Grundproblem der Schaffung neuer lebender Pflanzenmaterie zu und sucht nach neuen Wegen für die Pflanzenproduktion.

Daher legt Stoklasa bei der Organisation der landwirtschaftlichen Abteilung der Technischen Hochschule einen so großen Nachdruck auf biochemische und physiologische Kenntnisse, wodurch er dem gesamten Studium ein modernes Gepräge aufdrückt.

Die ersten Probleme, welche mit den Arbeiten in der Versuchsstation für Zuckerindustrie zusammenhingen, führten naturgemäß unseren Jubilar zu einem

eingehenden Studium der Zuckerrübe in anatomischer, physiologischer und phytopathologischer Hinsicht. In den Jahren 1897 und 1898 führte er die erste vollständige chemische Analyse von isoliertem Zuckerrübensamen durch und bestimmte nicht nur die Menge, sondern auch die Formen der in demselben enthaltenen Nährstoffe. Diese durch eine ausführliche Abhandlung ergänzten Studien erschütterten die früheren unrichtigen Analysen. Die Zuckerrübe blieb für den Jubilar in der Folge während seines ganzen Lebens ein willkommenes Forschungsobjekt, und schon im Jahre 1900 wurde er nach Polen eingeladen, um dort über Mittel zur Verbesserung der Zuckerrübenkultur Vorträge zu halten. Wie die Zuckerrübe, bildete auch unsere zweitwichtigste Frucht, die Braugerste, den Gegenstand einer großen Reihe seiner Arbeiten. Ich erinnere nur an die Erregung, welche im Jahre 1905 durch sein Eintreten für die richtige Ernährung der Gerste hervorgerufen wurde. Bei allen seinen Arbeiten wandte sich der Jubilar mit seinen Deduktionen immer direkt an die Praxis, und diese Deduktionen führte er immer vom gesamtstaatlichen Gesichtspunkte durch. Damals traten bei uns intensive Bestrebungen zur Verbesserung der einheimischen Gerstensorten zutage, und man glaubte, durch Veredelung die Qualität des Gerstenkorns behaupten zu können. S t o k l a s a wies jedoch nach, daß ohne richtige Düngung, namentlich mit Kali, und ohne richtiges Verhältnis der übrigen Nährstoffe sich die erstklassige Qualität der Braugersten nicht behaupten lasse. Dadurch ergänzte er die auf den neuen Entdeckungen der Genetik begründeten Bestrebungen durch Erkenntnisse über die Nährstoffe der Pflanzen. In ähnlicher Weise richtete er sein Augenmerk auf die Qualitäts- und Quantitätsbedingungen der übrigen Getreidearten, der Kartoffeln usw. Besonders in der Weizenfrage bahnte er neue Wege, welche in seiner Arbeit „Das Brot der Zukunft" ihren Gipfelpunkt erreichten. In diesem infolge des Einflusses der Kriegsverhältnisse noch nicht voll begriffenen Werke nahm er auf der Grundlage eingehender Studien gegen die bisherigen Vorurteile und gegen die Überschätzung des weißen Mehles Stellung. Als Physiolog trug er es naturgemäß schwer, daß ein großer Teil substantieller Nährstoffe, in welchen Mineralstoffe in idealer Zusammensetzung enthalten sind, ungenützt zugrunde geht.

Das Problem der Ertragssteigerung oder, wie S t o k l a s a es ausgedrückt hat, der Steigerung der Assimilation der Chlorophyllzelle hat er einer allseitigen Lösung zugeführt. Nicht nur der ideale Standort für die Pflanze in dem biologisch lebendigen Boden, sondern auch die unmittelbare Einwirkung auf die Beschleunigung des Wachstums mittels ultravioletter Strahlen, Radioaktivität und verschiedener stimulierend wirkender Stoffe bildete den Gegenstand seiner Arbeiten und derjenigen seiner Mitarbeiter. Beachtenswert sind diese Arbeiten deshalb, weil er stets die Grenzen der Stimulation und Toxikation und vorkommendenfalls auch die verschiedene Sensibilität der einzelnen Arten sowie den Antagonismus der Ionen feststellte.

Die Forschungen S t o k l a s a s riefen in der Praxis stets ein starkes Echo wach: einerseits in der Pflanzenbau treibenden landwirtschaftlichen Praxis, andererseits aber auch in der industriellen Praxis, die von der Landwirtschaft ihre Rohstoffe bezieht, und der demnach an der Zusammensetzung derselben gelegen ist. Gerade sein kühnes Auftreten, seine beredte Verteidigung waren es,

die die landwirtschaftliche Praxis aufrüttelten und den Anlaß boten, mit den eingelebten Gewohnheiten und Traditionen zu brechen.

Das Institut für Pflanzenproduktion und Agrochemie und die ihm angegliederte landwirtschaftlich-physiologische Versuchsstation des Landeskulturrates sind wirklich Anstalten lebendiger Wissenschaft geworden; es gab kein die landwirtschaftliche Öffentlichkeit interessierendes Problem, zu welchem dieses Institut nicht Stellung genommen hätte. Diese Aktualität der Probleme und die modernen, auf das Experiment begründeten Methoden, der Überblick über die Weltliteratur und der weite physiologische Gesichtspunkt lockte wissenschaftliche Mitarbeiter an. Wohl kaum einer der zeitgenössischen Forscher, mit Ausnahme des vor kurzem leider zu früh verstorbenen Professors Babák, hat einen so großen Einfluß auf die junge wissenschaftliche Generation ausgeübt. Dabei war die Anstalt nicht etwa derart dotiert, wie dies bei den Anstalten im Auslande der Fall ist; namentlich machte sich der Mangel an Hilfspersonal geltend, und die jungen Adepten mußten fast alle Arbeiten eigenhändig verrichten. Aber vielleicht war es gerade für unsere Verhältnisse gut, daß sie von der Picke auf und mit bescheidenen Mitteln zu arbeiten gelernt haben. Das Problem mußten sie freilich bis in alle Einzelheiten beherrschen, die Literatur der ganzen Welt eingehend durchstudieren und fleißig arbeiten, weil der Jubilar immer Eile hatte, ein Problem fertigzustellen und zu lösen, um wieder weiter und immer weiter schreiten zu können. So wuchsen seine Schüler heran und gingen in alle Zweige des landwirtschaftlichen Betriebes auseinander, traten in wissenschaftliche Arbeitsstätten, in Schulen, in die Industrie und die Praxis ein, nachdem in ihnen der Forschergeist entzündet worden war. Aber noch etwas anderes trugen sie fürs Leben davon. Sie sahen, wie die Wissenschaft das Leben zu durchdringen, wie sie über die Grenzen der Staaten zu dringen vermag. Sie sahen, daß es notwendig sei, die wissenschaftlichen Ergebnisse zu verteidigen und sie, wie dies bei einer kleinen Nation leider der Fall ist, selbst in die Welt hinauszutragen. In dieser Richtung ist bei uns viel gesündigt worden, und deshalb ist eine Reihe unserer wertvollen Arbeiten unbeachtet zugrunde gegangen, während andere Nationen, wie die Polen, Russen, Ungarn u. a. durch Publizierung ihrer Arbeiten im Auslande oder im Inlande, versehen mit fremdsprachlichen Schlußfolgerungen, ihrer nationalen Wissenschaft auf internationalem Gebiete den Weg bahnten. Es ist dies allerdings eine mühevolle Arbeit, die großen Zeitverlust durch die Erlernung fremder Sprachen, durch Reisen zu internationalen Kongressen, Beratungen und dgl. erfordert, bei einer kleinen Nation ist diese Arbeit aber leider unumgänglich notwendig. Es hat auch wirklich den Anschein, als ob unsere junge Generation in dieser Richtung fortschreiten würde und bereits vieles sich gebessert hätte.

In allen Arbeiten und Aktionen begegnen wir bei unserem Jubilar interessanten und ausführlichen historischen Angaben. Die Kenntnis der Entwicklung der Wissenschaften und der Praxis ist ein sehr wertvolles Hilfsmittel und Korrektiv bei der Bildung einer Schlußfolgerung. Sie bewertet die Arbeiten der Vorgänger in gerechter Weise und zeigt oft auch die Richtung des Fortschritts an. In Verbindung mit der Kenntnis der Statistik der einheimischen

und der Weltproduktion gewährt sie einen schönen Rahmen für die Arbeiten der Wissenschaft und des Unterrichts.

Ich habe Stoklasas ständig als wissenschaftlichen Arbeiters gedacht und hätte seiner eigentlich an erster Stelle als Lehrers gedenken sollen. Seine Art zu unterrichten war sehr verschieden von derjenigen anderer, aber dennoch können wir sagen, daß seine Vorträge von den Hörern aufs eifrigste besucht waren. In seinen Vorträgen führte er die Hörer unmittelbar in die feinen, tiefen Probleme der Wissenschaft mit wirklich beredten Worten, oft durch geistreiche Einfälle unterbrochen, ein, so daß die Stunde verstrichen war, ohne daß jemand Ermüdung verspürt hätte. Aber die Vorbereitung für die Prüfung war schwer, weil er viel verlangte, und zwar das verlangte, was in den landläufigen Lehrbüchern meist nicht enthalten war. Wir möchten wünschen, daß er diese seine Lehrtätigkeit dadurch beendet, daß er das versprochene Handbuch über Pflanzenproduktion auf physiologischen Grundlagen schreibt.

Bei uns kümmert man sich verhältnismäßig wenig um Tradition. Aber auch wenn die Achtung für eine geleistete Arbeit gepflegt und dauernd fortgepflanzt werden soll, dann ist es am besten, wenn das Vermächtnis gedruckt ist. Dieses Vermächtnis wird sich dann, belebt durch den Geist der lebenden Schüler und ihrer Schüler, von Generation zu Generation forterben.

Ich glaube, daß es für unseren Jubilar als ersten Professor der Pflanzenproduktion an der Tschechischen landwirtschaftlichen Hochschule in Prag der schönste Lohn und die größte Freude sein wird, wenn wir, seine Schüler, seine Forschungs- und Lehrmethoden erweitern und vertiefen.

Die Bedeutung der wissenschaftlichen Arbeit Dr. Stoklasas auf dem Gebiete der Enzymologie

Von Dr. František Ducháček.
Professor an der technischen Hochschule in Brno (Brünn).

Schon in den ältesten Zeiten war es bekannt, daß durch Hefe Zuckerlösungen in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt werden. Die Ursache dieser Erscheinung wurde aber erst durch die Versuche Cagniard-Latours, Schwanns und Kützings erklärt, welche durch ihre Entdeckungen den Boden für die sogenannte vitalistische Gärungstheorie vorbereiteten, der jedoch erst Pasteur durch seine glänzenden Versuche zu einem vollen Siege verhalf, und dadurch die nach dem deutschen Chemiker Liebig benannte chemische Gärungstheorie, die der Theorie Stahls aus dem Jahre 1697 sehr ähnlich ist, umgestoßen hatte. Pasteur wies für eine große Anzahl von Gärungsprozessen die unbedingte Notwendigkeit kleiner Pflanzenorganismen nach und ersetzte Liebigs energetische Erklärung durch die biologische Auffassung.

Nach der Entdeckung einiger Enzyme wie des Emulsins, der Diastase und des Pepsins änderte Liebig seine Gärungstheorie und bezeichnete sie als einen enzymatischen Vorgang, für welchen es nicht einer lebenden Zelle, sondern nur eines von dieser Zelle ausgeschiedenen Enzyms bedürfe. Liebig vermochte jedoch seine Theorien nicht durch Experimente zu unterstützen; weder er noch eine Reihe anderer Forscher brachten es zuwege, die alkoholische Gärung vom Leben der Zelle zu trennen. Dies gelang erst im Jahre 1897 Buchner, welcher aus dem Hefepreßsafte das Enzym der alkoholischen Gärung isolierte, es Zymase nannte und seine epochalen Entdeckungen hierüber in der Schrift „Die Zymasegärung" im Jahre 1903 niederlegte.

Und zur selben Zeit meldet auch bereits Stoklasa die Entdeckung eines ähnlichen Enzyms im Pflanzen- und Tierorganismus, zu welchem er bei seinen Versuchen über die intramolekulare Atmung dieser Organismen gelangt war, und er behauptete, daß auch hier durch die Zerstörung der Zelle die enzymatische Tätigkeit nicht erlösche; ihm ist es gelungen, dieses Enzym, die Pflanzen- und Tierzymase, zum ersten Male zu isolieren. Ähnlich wie er aus verschiedenen Wurzeln (Beta vulgaris), Knollen (Solanum tuberosum) und keimenden Samen (Pisum sativum, Lupinus uteus, Vicia faba, Hordeum distichum, Triticum vulgare) die Pflanzenzymase erhalten, hat er auch aus verschiedenen tierischen Organen wie den Muskeln, den Nieren, der Leber, dem Gehirn und dem Blut ein Rohenzym isoliert, welches die Eigenschaften der Zymase besitzt und dem man den Namen Tierzymase gab. Das trockene Enzym vergärte stürmisch Trauben- und Fruchtzucker,

wobei es viel Alkohol und Kohlensäure in dem für die alkoholische Gärung charakteristischen Mengenverhältnisse bildete. Die Gärung, welche sich nach Einbringung des Rohenzyms in eine Zuckerlösung immer augenblicklich einstellte und in den ersten 24—30 Stunden in sehr intensiver Weise verlief, ergab Milchsäure, Alkohol, Kohlensäure, Azetaldehyd und Essigsäure. Da der Gärungsflüssigkeit stets eine genügende Menge eines Antiseptikums hinzugefügt wurde, welches die Sterilität der Lösung sicherte, bildete diese Gärung den Beweis dafür, daß es sich hier tatsächlich um ein Gärungsenzym handelte und nicht um eine zufällige bakterielle Infektion, wie man den Versuchen Stoklasas mit Unrecht vorgeworfen hat. Übrigens hat Stoklasa diesen Einwurf auch noch dadurch widerlegt, daß er mit gleich günstigem Erfolge Versuche mit Extrakten von Pflanzen, die in ihrem Organismus Gifte enthalten, wie Amanita muscaria, Datura Stramonium, Hyoscyamus niger, Atropa Belladonna, Solanum nigrum, Paris quadrifolia, durchgeführt hat, welche den Vorteil boten, daß sie während der ganzen Dauer der enzymatischen Tätigkeit steril blieben. Auch aus den Säften dieser Pflanzen hat Stoklasa dann Enzyme isoliert, welche sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit von Toluol eine Spaltung des Traubenzuckers hervorriefen, bei welcher zuerst Milchsäure und aus dieser dann Alkohol und Kohlensäure und in weiterer Folge Azetaldehyd und Essigsäure entstanden, also dieselben Produkte, welche er bereits vor mehr als zwanzig Jahren bei der anaeroben Atmung der Samen, Wurzeln und Knollen einiger Pflanzen gefunden hatte. Schon damals hatte Stoklasa mit seinen Assistenten Azetaldehyd gefunden und die Menge desselben sowohl im Pflanzen- als auch im Tierorganismus quantitativ bestimmt und die Ansicht ausgesprochen, daß man die anaerobe Atmung der Pflanzenzelle als vitalen Prozeß ansehen müsse, der durch ein vom Protoplasma abtrennbares Enzym hervorgerufen werde. Stoklasa war denn auch der erste, der aus den Samen, Keimlingen, Wurzeln und Knollen der erwähnten Pflanzen dieses Enzym isoliert und die alkoholische Gärung vom Leben der Zelle getrennt hat. An den Befunden Stoklasas wurde an manchen Orten gezweifelt, allmählich nahm jedoch die Zahl der Forscher zu, welche die Ergebnisse Stoklasas bestätigten und in Übereinstimmung mit ihm fanden, daß bei der anaeroben Atmung ein der Zymase ähnliches Enzym interveniert, welches aber auch bei Sauerstoffzutritt wirksam ist.

Die anaerobe Atmung erklärt sich Stoklasa derart, daß sich bei derselben labile Zwischenprodukte bilden, die für die Verbrennung in eine aktive Form überführt werden, welche dann durch den molekularen Sauerstoff leicht oxydiert wird. Die Lebensenergie, welche bei diesem anaerobiotischen Prozesse verfügbar wird, ist ein Produkt der Hydrolyse und der Bindung des Sauerstoffatoms innerhalb des Moleküls.

Zur Oxydation der anaeroben Spaltungsprodukte sind nach der modernen Auffassung der Oxydationsvorgänge neben Peroxydasen wahrscheinlich auch noch die Peroxyde (die sogenannten Oxygenasen) erforderlich, welche allerdings keine Enzyme, sondern nur physikalisch-chemische Aktivatoren des Sauerstoffes sind. Die Versuche über die Isolierung dieser Oxygenasen haben aber bisher zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt. Aber auch voll-

ständig unbekannt ist die chemische Natur der ihnen ähnlichen Stoffe, welchen Palladin eine wichtige Rolle bei den vitalen Oxydationsprozessen zuschreibt, wobei er sie mit Rücksicht darauf, daß sie verschiedene Farbstoffe zu bilden vermögen, als Atmungschromogene bezeichnet. Die Oxydation der intermediären Produkte zu Wasser und Kohlensäure stellt sich Palladin derart vor, daß bei der Oxydation diese Atmungspigmente als wasserstoffentziehende Stoffe mitwirken, deren Leukobasen dann mit Hilfe des Sauerstoffes den Wasserstoff zu Wasser oxydieren. Diese Idee von Palladin ist jedoch nicht neu und wurde schon von dem Prager Forscher Spina, ferner von Bach-Batelli und Stern ausgesprochen.

Auf Grund der Versuche Stoklasas kann man bei den Dissimilationsvorgängen nicht mit der Teilnahme dieser Atmungschromogene rechnen, und es kann auch nicht behauptet werden, daß sie mit den Oxygenasen identisch wären. Die Versuche Stoklasas bilden keine Bekräftigung dafür, daß die in der Pflanzenwelt sonst ungemein verbreiteten Chromogenen bei der Oxydation in der lebenden Zelle die physiologische Bedeutung haben, die ihnen Palladin zugeschrieben hat.

Bei der genauen Beurteilung der Lebensvorgänge in der Pflanzenzelle hält es Stoklasa für wahrscheinlich, daß die anaerobe Atmung eine sekundäre Erscheinung ist. Der primäre Vorgang ist die intrazellulare Bewegung der Atome im lebenden Molekül, verbunden mit der Umlagerung des Sauerstoffes innerhalb des Moleküls, wobei der intramolekulare Sauerstoff als Oxydationsmittel wirkt. Es finden sogenannte Oxydoreduktionsprozesse oder anoxybiotische Vorgänge statt, wobei die Oxydationen und Reduktionen der intramolekularen Spaltungsprodukte nebeneinander verlaufen. Durch die Entdeckung eines der Hefezymase ähnlichen Enzyms wurden neue Probleme auf dem Gebiete der Erforschung der chemischen Prozesse bei der Pflanzenatmung aufgerollt.

Großes Aufsehen in der ganzen wissenschaftlichen Welt hat Stoklasas Entdeckung der tierischen Zymase hervorgerufen, über welche er auf den internationalen Kongressen für angewandte Chemie in Berlin 1903, Grenoble 1904, Rom 1906, Rheims 1907 und Paris 1908 berichtet hat. Eine Reihe von Forschern hat die Versuche Stoklasas mit wechselndem Glück wiederholt. Es waren dies Blumenthal, Portier, Herzog, Ransom, Kobert, Bertoni, Batelli, Borino, Harden, Maclean, Levene, Mayer u. a. Die einen von ihnen, namentlich Ransom, Kobert und Borino bestätigten, daß es sich hier tatsächlich um einen enzymatischen Prozeß handle, während die anderen dies leugneten.

Auch Oppenheimer verteidigt in seinem Buche „Die Fermente und ihre Wirkungen" und in seinen anderen Publikationen die Anschauungen Stoklasas, indem er darauf verweist, daß es bisher keinem der Forscher, welche die enzymatische Bildung von Alkohol leugnen, gelungen sei, eine Bakterie nachzuweisen und zu isolieren, die soviel Alkohol produzieren würde, wie Stoklasa in seinen Arbeiten anführt. Oppenheimer spricht hierbei seine Bewunderung für die Geschicklichkeit und Ausdauer aus, mit welcher die Versuche ausgeführt wurden, nur um der Bedingung zu genügen, daß das Fällungsmittel, Alkoholäther, mit dem gefällten Enzym nicht lange in Berührung bleiben dürfe und daß

die Trocknung des Enzyms im Vakuum bei niedriger Temperatur aufs rascheste durchgeführt werden müsse.

In seiner neuesten Arbeit aus dem Jahre 1926 über den Einfluß der Radioaktivität auf die Tätigkeit der Enzyme, die in der Zeitschrift „Chemie der Zelle und Gewebe" unter dem Titel „Über den Chemismus des Zuckerabbaues in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluß der Radioaktivität auf die anaerobe Atmung der Pflanzenorganismen" publiziert wurde, befaßt sich Stoklasa näher mit seiner Behauptung, daß bei dem anoxybiotischen Kohlehydratabbau als erstes intermediäres Produkt Milchsäure entstehe, aus welcher sich dann erst Kohlensäure und Alkohol und aus diesem in weiterer Folge Acetaldehyd und weiterhin Essigsäure bilden. In gleicher Weise erhielt Stoklasa Alkohol und Kohlensäure aus Milchsäure durch Einwirkung von Beta- und Gammastrahlen, also auf ebensolche Art, wie dies Euler, Lindberg und Dalström beschrieben haben. Den primären Spaltungsstoffwechsel eröffnen die Betaelektronen, während die Sauerstoffatmung bei vollem Zutritt des Sauerstoffs durch die Alphastrahlen gesteigert wird. Diese Reduktions- und Oxydationsphasen werden jedoch nur dann vor sich gehen, wenn Kalium und Eisen zugegen sind. Die physiologische Wirkung der Betaelektronen ist der Wirkung eines starken Enzyms vergleichbar, und auch hier genügen zur Hervorrufung der weittragenden Veränderungen ganz geringfügige Dosen von Radium. Der Alkohol entsteht in diesem Falle also aus der Milchsäure, nicht aus dem Acetaldehyd, wie man in der letzten Zeit behauptet, obzwar Stoklasa keineswegs die Anschauung bestreitet, daß Alkohol auch durch die Cannizzarosche Reaktion aus Acetaldehyd entstehen könnte; er legt jedoch auf diesen Prozeß nicht das Hauptgewicht, sondern mißt ihm nur eine untergeordnete Bedeutung bei.

Die weitere Umwandlung des Alkohols vergleicht Stoklasa der Wirkung des paramagnetischen Eisens, durch welche aus Alkohol Acetaldehyd und aus diesem weiterhin Essigsäure entsteht. Es gehen hier also Prozesse vor sich, auf welche Stoklasa schon vor 25 Jahren hingewiesen hat. Die Oxydation von Acetaldehyd zu Essigsäure erklärt er in Übereinstimmung mit Wieland in der Weise, daß zunächst Aldehydhydrat gebildet wird, welches dann infolge Wasserstoffaktivierung atomistischen Wasserstoff abspaltet und in Essigsäure übergeht; diese Erklärung kann als die einzig mögliche gelten, denn bei den erwähnten Versuchen wurde die Anwesenheit von Luftsauerstoff vollständig ausgeschlossen. Die Ergebnisse Stoklasas weisen neue Wege zur Erforschung der Bedeutung der Radioaktivität für den gesamten Kraft- und Stoffwechsel der Pflanzenzelle; sie haben gezeigt, welch außergewöhnlich wichtige Rolle der Radioaktivität bei der Dissimilation in der ganzen belebten Natur zukommt.

Zum Schlusse meines Berichtes über die Bedeutung der enzymologischen Arbeiten Stoklasas kann ich feststellen, daß mir die Zuteilung dieses Referates wirkliche Freude gemacht hat, welche Sie begreifen werden, wenn ich Ihnen mitteile, daß ich, als der junge Dozent Stoklasa Vorstand der landwirtschaftlich-physiologischen Abteilung der Versuchsstation für Zuckerindustrie an der Tschechischen technischen Hochschule in Prag wurde, sein erster Assistent war und so die Ehre hatte, die ersten Anfänge des großen wissenschaftlichen

Werkes Stoklasas zu beobachten. Leider konnte mir damals die Versuchsstation für Zuckerindustrie noch keine solche Stellung zusichern, daß ich mein Schicksal an sie hätte fesseln können, und deshalb bin ich nach einer zweijährigen Tätigkeit als Assistent von Dr. Stoklasa geschieden, um mir anderwärts eine Existenz zu gründen. Persönlich sind wir also auseinander gegangen, wissenschaftlich jedoch sind wir einander bald wieder auf dem Felde der Enzymologie begegnet. Ich erlangte die Möglichkeit, auf diesem Gebiete am Pasteurschen Institute in Paris, am Institute Professor Buchners in Berlin und im Hansenschen Laboratorium Carlsberg in Kopenhagen zu arbeiten. Und da erinnere ich mich, wie oft wir während meines einjährigen Aufenthaltes am Pasteurschen Institute mit Professor Bertrand über die Versuche Stoklasas mit der tierischen Zymase debattiert haben und wie wenig man diesen Versuchen dort geglaubt hat, und ferner erinnere ich mich, wie ich am Institute Buchners ähnliche Fällungsversuche wie Stoklasa durchgeführt habe, um durch fraktionierte Fällung des Hefepreßsaftes zu den enzymatisch wirksamsten Niederschlägen zu gelangen oder Fraktionen zu gewinnen, die reich an den damals eben von Harden und Young entdeckten Koenzym wären. Der Zweck dieser Arbeiten war also ein anderer, sie waren jedoch für mich hinreichend, um die Schwierigkeiten der enzymologischen Forschung wohl kennen zu lernen, das Mißtrauen, das gegenüber den Erkenntnissen dieser jungen Wissenschaft existierte zu begreifen und die Hindernisse zu würdigen, welche Stoklasa bei seinen Versuchen zu überwinden hatte. Es hat mich gefreut, wenn ich aus dem Munde des berühmten dänischen Forschers Hansen und seines Mitarbeiters Klöcker, besonders aber aus dem Munde Professor Buchners, dieses hervorragenden Enzymologen und Entdeckers der Zymase, der durch den Nobelpreis ausgezeichnet worden ist, Worte der Anerkennung für die wissenschaftliche Tätigkeit Stoklasas, die in der Heimat so wenig gewürdigt wurde, vernommen habe, Forscher von Weltruf haben Stoklasa anerkannt, und jeder, der die Weltliteratur verfolgt, auch der hartnäckigste Gegner Stoklasas, kann heute nicht mehr leugnen, daß der Name Stoklasas in der Literatur immer und überall in gutem Sinne angeführt ist, und daß die unermüdliche Tätigkeit Stoklasas überall im Auslande wohl bekannt ist, geschätzt und anerkannt wird. Es ist daher nur ein Akt der Gerechtigkeit, wenn wir am Tage des Jubiläums Stoklasas auch bei uns der ganzen Größe des wissenschaftlichen Werkes Stoklasas gedenken.

Die Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete des Ersatzes der Pflanzennährstoffe.

Von Ing. Dr. František Duchoň,
Assistent der staatl. Versuchsanstalten für Pflanzenproduktion in Prag.

(Vorgetragen bei der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft zu Ehren des 70. Geburtstages von Prof. Dr. Jul. Stoklasa.

I.

Knapp vor der heutigen Feier bin ich infolge der Abreise des ursprünglich in Aussicht genommenen Referenten ins Ausland vor die schwere, aber ehrenvolle Aufgabe gestellt worden, der Arbeiten Prof. Stoklasas auf dem Gebiete des Nährstoffersatzes der Kulturgewächse zu gedenken, und ich bitte mir deshalb zu verzeihen, wenn meine schnelle, durch die Zeit beschränkte Improvisation die Arbeiten eines Mannes bei weitem nicht zu umfassen vermag, der während eines halben Jahrhunderts keine Ruhepause gekannt hat und sein großzügiges Lebensprogramm mit einer unübersehbaren Reihe von Arbeiten ausgefüllt hat.

Wenn sie der Verlesung allein der Titel seiner Monographien und Arbeiten, von denen etwa ein halbes Tausend in allen Sprachen der Welt veröffentlicht worden ist, und die seinerzeit Stoklasas Mitarbeiter in einer Publikation mühsam zusammenstellten, eine Stunde widmen wollen, so werden Sie den Eindruck gewinnen, daß Prof. Stoklasa der letzte Polyhistor auf dem Gebiete der Naturwissenschaften ist, denn es gibt kein Fach, in welches er nicht verständnisvoll eingegriffen hätte. Es handelt sich jedoch nicht rein um Arbeiten für die Wissenschaft, die die Realität des täglichen Lebens nicht in Betracht ziehen, im Gegenteile, in allen Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete des Ersatzes der Pflanzennährstoffe werden Sie immer als Kernpunkt finden: das idealste System zu schaffen, um die Ernährung der Pflanzen aufs beste durchzuführen, den Strom der Pflanzennahrung im Kreislauf der Stoffe in der größten Ausdehnung zu verbreiten, damit die Pflanzenwelt dem Menschen so viele Früchte als möglich liefert. Das Losungswort lautet also: bessere Ernährung der Bodenfrüchte behufs besserer Ernährung der Menschen.

Um das Jahr 1879 herum, da Stoklasa als 16jähriger Jüngling in die landwirtschaftliche Schule in Liebwerd eintrat, wurde Europa durch die Prophezeiung des älteren englischen Nationalökonomen Malthus in Schrecken versetzt, nach welcher die Menschheit dem Hunger entgegengehe, da die Bevölkerung schneller wachse, als die Produktionsfähigkeit der Landwirtschaft zunehme. Zu dieser Zeit, wo die Landwirtschaft als Sklavenarbeit bezeichnet wurde, heftete der junge Stoklasa alle seine Gedanken auf das Problem der Ernährung des Menschen und sohin auch der Pflanze, um nachzuweisen, daß Malthus zu

schwarz sehe. Stoklasa, der schon damals hinlängliche Kenntnisse in der analytischen Chemie besaß, schloß sich in das Laboratorium der Schule in Liebwerd ein und studierte mit Professor Ulik die Frage, bis zu welchem Maße die atmosphärischen Niederschläge den Boden mit Stickstoff bereichern[1]), und durch den Abfluß des Wassers der Elbe und ihrer Zuflüsse der Ackerboden Böhmens verarmt. Stoklasa selbst erinnerte versteckt in einem der letzten Vorträge an seinen Entschluß, sein Leben dem Studium des interessanten Pflanzenlebens zu weihen: in Gedanken versunken, stand er einst im vollen Sonnenlichte auf einer grünen Saatflur und der magische Reiz des rätselvollen Wachstums bestimmte seine Laufbahn.

Der damalige Stand der Pflanzenernährung war ein erbärmlicher. Die Verwendung konzentrierter Düngemittel war in geringem Maße bei den Domänen eingeführt, der Bauer wußte von der Ernährung der Pflanzen nichts. Hier gab es ein Feld für den begeisterten Stoklasa, der zu jener Zeit fast in allen Bezirksstädten Böhmens Vorträge hielt. Diese Tätigkeit eines Apostels war damals sehr schwierig, denn das wenig seriöse Vorgehen der Händlerkreise brachte die Landwirte um ihr Vertrauen in den kaum — auf mühselige Weise — gewonnenen Fortschritt. So z. B. lieferte in Hohenmauth eine gewisse Firma den Landwirten durchgesiebte, mit Schwefelsäure angesäuerte Asche als Superphosphat, denn zur damaligen Zeit bestand für den Landwirt die Prüfung der Echtheit der Ware in dem saueren Geschmack des Pulvers. Als Stoklasa in die Petscheker Superphosphatfabrik eintrat, entstanden neue Kämpfe für ihn. In den Jahren 1884 und 1885 waren die Fabriken infolge des Mangels an Spodium genötigt, Superphosphate aus mineralischen Rohphosphaten zu erzeugen, und die Landwirte lehnten diese Erzeugnisse mit dem Hinweise darauf ab, daß sie keine gemahlenen Steine brauchen und Spodiumsuperphosphat haben wollen. Dem mußte man sich fügen und es geschah in unschädlicher Weise durch Färbung der mineralischen Phosphate mittels beigemischten Kohlenstaubs. Auch mit den Chemikern hatte Stoklasa keine geringe Arbeit, um sie zu überzeugen, daß man das Fluor des Rohmaterials unschädlich machen könne. Aus diesen zähen, uns heute schwer faßbaren Kämpfen ging eine der besten Arbeiten Stoklasas hervor: die „Studie über die Superphosphate“[2]), in welcher der Autor die ganze Zusammensetzung der Superphosphate erklärte, einzelne Formen von Phosphorsäure isolierte und auf Grund von Vegetations- und Feldversuchen auf die Verbesserung der Produktion in der Richtung hinwies, daß das Produkt möglichst viel lösliche Phosphorsäure enthielt. Diese Arbeiten sind bis zum heutigen Tage, obwohl uns fast ein halbes Jahrhundert von ihrer Entstehung trennt, klassisch, und wir finden sie in allen modernen Lehrbüchern über Pflanzen-

[1]) Stoklasa, J.: Studie o sloučeninách dusíku ve vodách atmosférických (Studie über die Stickstoffverbindungen im atmosphärischen Wasser). Listy chemické, Prag 1881.

Stoklasa, J.: Složení srážek atmosférických v r. 1883—84 (Zusammensetzung der atmosphärischen Niederschläge i. J. 1883—84. Kolín 1887).

[2]) Stoklasa, J.: Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten. Prag 1894.

Stoklasa, J.: Chemické studie o superfosfátech (Chemische Studien über die Superphosphate). Prag 1894.

Stoklasa, J.: l. c. sub 3. Berlin 1895.

ernährung ohne Änderung zitiert. Im Jahre 1885 verwies Stoklasa auf die Nichtübereinstimmung der Kontrollmethoden; die Analysenergebnisse eines und desselben Musters, das in verschiedenen Laboratorien analysiert worden war, differierten bis zu 4%, was im Werte des damaligen niedrig konzentrierten Erzeugnisses einen Preisunterschied bis zu 30% ergab. Es ist klar, daß der Landwirt unter solchen Umständen den Händlerkreisen auf Gnade und Ungnade ausgeliefert war, und es bleibt das Verdienst Stoklasas, daß der Verein der Chemiker in Prag und Wien auf Grund seiner Arbeiten und seiner Initiative einheitliche Analysenmethoden veröffentlichte, durch welche der Handel mit konzentriertem Phosphordünger auf eine seriöse Basis gestellt wurde[1]). Stoklasa wollte die Ergebnisse seiner Studien über den raschen Rückgang der löslichen Phosphorsäure im Boden zugunsten der Praxis durch die Konstruktion einer kombinierten Düngerstreu-Säemaschine verwerten; tatsächlich wurde im Jahre 1880 nach seinen Entwürfen eine solche kombinierte Maschine konstruiert, welche in der landwirtschaftlichen Hochschule in Wien aufbewahrt ist. Ich bitte nur zu bedenken: die heute modernste technische Methode der Düngung hat Stoklasa schon vor 47 Jahren auf dem richtigen Wege gefunden und nur der Umstand, daß die Technik der damaligen Zeit noch nicht genug vorgeschritten war, hat das siegreiche Vordringen der kombinierten Düngerstreumaschine bis in spätere Jahre verzögert. Stoklasa trug auf Grund seiner Studien über die Knochenbaustoffe zur Verbesserung der Erzeugung von Knochenmehlen bei, welche vorher bis zu 6% ein für die Pflanze giftiges Fett enthalten hatten, das die Ursache von Mißerfolgen bei der Düngung gewesen war[2]). Durch weitere Studien zeigte er, daß Liebigs reine Mineraltheorie unhaltbar sei; die erste Arbeit, die diese Psychose zerstörte, war die Studie über den Einfluß der Bakterien auf die Zersetzung der Knochen[3]). Die Arbeiten Prof. Stoklasas über die Phosphorsäure als Pflanzennährstoff gipfelten in der klassischen Monographie über den Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden[4]), zu welcher Quelle unserer Kenntnisse von der Phosphorsäure als Pflanzennährstoff jeder wissenschaftlich Gebildete zurückkehrt und worin er unerschöpfliches Material vorfindet. Stoklasa erklärte, daß der Phosphor der Kern aller Organismen, Organe und ihrer hochkomplizierten Produkte ist: der Nerven, des Gehirns, der Bakterien, und daß eine gesunde Frucht unerläßlich der Ernährung durch den Phosphor bedarf, um eine ideale Nahrung zu schaffen.

Der zweite mineralische Nährstoff, dessen Lagerstätten heute den Gegenstand des Ringens der Großmächte bilden (denken wir nur an das Ringen Englands mit Amerika um die vor kurzem entdeckten Kalilager in Rußland, denken

---

[1]) Stoklasa, J.: O povaze a vlastnostech monokalciumfosfátu (Über den Charakter und die Eigenschaften des Monokalziumphosphats). Chem. Bl., Prag 1889.
Stoklasa, J.: Über den Nachweis der Phosphorsäure. Biedermanns Ztbl. 1889.
Stoklasa, J.: Bestimmung des Wassers in Superphosphaten. Z. f. anal. Chemie 1890.
Stoklasa, J.: Ist der Wirkungswert der Phosphorsäure . . . . Z. f. Zuckerindustrie in Böhmen 1890.

[2]) Stoklasa, J.: O složení a povaze spodiových odpadků (Über die Zusammensetzung und die Beschaffenheit der Spodiumabfälle). Listy chem. 1889.

[3]) Stoklasa. J.: Konstitution des Knochenmehles. Chem. Ztg. 1890.

[4]) Stoklasa, J.: Biochem. Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. Jena 1911.

wir an den Streit der Vereinigten Staaten mit dem Kalisyndikat), war zur Zeit des Hervortretens Stoklasas bei uns eine vollkommene Neuheit, und die Fachmänner behaupten auf Grund der Analysen des Muttergesteins, daß unsere Böden der Kalidüngung nicht bedürfen. Stoklasa, der aus seinen Studien erkannt hatte, welch ausgesprochene Kalikonsumenten die Kohlehydrate enthaltenden Pflanzen sind — Rübe, Kartoffeln und Gerste — und der sah, wie die damaligen Ökonomen die Fruchtfolgen mit Zuckerrübe bis zu 50% überlasteten, warnte auf dem Zuckerindustrietage, der gelegentlich der Jubiläumsausstellung im Jahre 1891 veranstaltet wurde, vor der Nichtverwendung der Kalidüngung und sagte Mißerfolge beim Rübenbau voraus. Seinen Warnruf nahmen die Zuckerfabrikanten mit Witzen auf, und siehe! Es dauerte nicht lange, da trat eine Rübenmüdigkeit des Bodens ein und die Rüben-Nematode machte den Anbau der Zuckerrübe auf vielen Feldern unmöglich[1]). Durch Erfüllung der von Stoklasa vor den Mißerfolgen ausgesprochenen Voraussetzungen wurde die Rübenmüdigkeit abgewendet und die Erträgnisse der Zuckerrübe besserten sich. Bei dieser Gelegenheit warnte Stoklasa auf Grund seiner Studien über die Bodenflora vor einer plötzlichen Vertiefung der Rübenböden, denn der plötzlich gewendete tote Untergrund sei das Grab für die Bakterientätigkeit des Bodens und demgemäß auch für die Ernährung der Rübe. Dies sind nur zufällig erwähnte praktische Ergebnisse der Arbeiten Stoklasas über das Kali als Pflanzennährstoff, die er in der Monographie „Výživa řepy cukrové" (Die Ernährung der Zuckerrübe) niederlegte, welche unter Mitarbeit des Dozenten Dr. Matoušek in den Publikationen des Landwirtschaftsministeriums erschienen ist[2]). Stoklasa sah schon im Jahre 1900 die drohende Konkurrenz des russischen und transozeanischen Getreides voraus und spornte zur Erzeugung einer Qualitätsware an, vor allem bei unserer Exportgerste, welche, einseitig mit Stickstoff gedüngt, ihre hervorragenden Eigenschaften als Brauereirohmaterial einbüßte. Er verwies auf die Bedeutung des Kalis und der Kalidüngemittel für die Qualitätsgerste und das Malz[3]). Diese Arbeiten hatten bei uns das gewöhnliche Schicksal: als das Ausland, und zwar Haase in Breslau, die Arbeiten Stoklasas über die Ernährung der Gerste an die Spitze der Aktion zur Verbesserung der dortigen Gerste stellte, fanden sie auch in der Heimat Glauben.

Die dritte Gruppe der zahlreichen Arbeiten Prof. Stoklasas handelt von der Ernährung der Kulturgewächse mit Stickstoff. Den Metabolismus des

---

[1]) Stoklasa: Die Rüben-Nematoden. Berlin 1896.

Betrachtungen über die Krankheiten der Zuckerrübe. Zt. f. d. Zuckerind. Prag 1896.

Pozorování o chorobách řepy (Beobachtungen über die Krankheiten der Zuckerrübe). Listy cukrov. 1900.

[2]) Stoklasa-Matoušek: Výživa řepy cukrové (Die Ernährung der Zuckerrübe). Publ. min. zem. Prag.

[3]) Die Bedeutung des Kalis für den Getreidebau. Wr. ldw. Z. 1900.

D. Proteingehalt d. Gerste und der Kalidüngung. Ztschr. f. d. Versuchsw. in Österreich 1905.

Sein oder Nichtsein der österr. Gerstenproduktion. Prag 1905.

Über die Qualitäts- und Quantitätsverbesserung unserer Brotfr. 1905.

Unter w. Umständen wirkt d. Kalidüngung. W. l. Ztg. 1905.

Stickstoffs in der Natur und in der Landwirtschaft hat schon der vorhergehende Referent erwähnt, und uns erübrigt nur, des konzentrierten Stickstoffs zu gedenken, dessen Anwendung Stoklasa schon seit seinen frühen Jugendjahren verfochten hat, als er mit Direktor Windirsch Versuche mit Chilesalpeter zur Zuckerrübe durchführte[1]). Eine Unmenge vergleichender Versuche mit Stickstoffdüngemitteln lieferte neben deren Bewertung in der Praxis die Richtlinien zur weiteren Verwendung derselben in unseren Verhältnissen. Stoklasas Theorie über den vulkanischen Ursprung des Chilesalpeters, die auf seinen Studien über die Eruptionen des Vesuv und Ätna aufgebaut war[2]), wird heute von den Geologen, welche die Lager in Chile aus eigener Anschauung kennen lernten, voll anerkannt. Nach der Entdeckung der synthetischen Stickstoffdünger beurteilte Stoklasa deren physiologischen Wert durch verschiedene vergleichende Versuche und kam zu der Ansicht, daß der Chilesalpeter infolge seines Jodgehaltes die geeignetste Salpeterart für die halophyte Zuckerrübe ist[3]). Stoklasa blieb bei der Erforschung der Pflanzenernährung nicht bei der verlockenden Mineraltheorie stehen, im Gegenteile, er klärte die Aufgabe des Stalldüngers bei der Pflanzenernährung auf und hob immer wieder die Wichtigkeit des Mistes als Quelle der kulturellen Mikroorganismen des Bodens und als Quelle ihres Respirationsmaterials hervor[4]). Er ist der eigentliche Schöpfer der Pedobiologie; er hob die Belebtheit des Bodens hervor und wies darauf hin, daß die Gare des Bodens das Ergebnis des harmonischen Lebens der atmenden Bodenflora ist, und in seinen Arbeiten bezeichnete er die Mittel, die zu einer erhöhten Atmungsfähigkeit des Bodens und demgemäß zur besseren Ernährung des Pflanzenbestandes führen[5]). Wir ersetzen demnach durch die Düngung nicht nur den Abgang von Nährstoffen, der durch die Abfuhr der Pflanzenprodukte entstanden ist, sondern wir geben gleichzeitig der Mikroflora Nahrung, welche der Geist der Erde und der Kern ihrer Fruchtbarkeit ist. Praktische Folgen dieser Arbeiten waren die Impfkomposte, die in Lány erzeugten biorisierten Humusdünger. Daß auch die katalytische Düngung und die Stimulationsmittel in der Ernährung von Stoklasa studiert wurden (wie Jod, Arsen, Mangan, Aluminium u. dgl.) [6]), ist bei der Universalität seiner Studien selbstverständlich.

Der große Fortschritt im rationellen Nährstoffersatz der Kulturgewächse in den letzten 50 Jahren ist unzertrennlich mit dem Namen Prof. Stoklasas und seiner Schule verbunden. Durch diese seine Tätigkeit näherte sich Stoklasa am meisten der Praxis, und es ist interessant, in der In- und Auslandspresse die Zustimmungsäußerungen praktischer Landwirte zu seinen Anschauungen

---

[1]) Chilesalpeter b. d. Rübenkultur. Bl. f. Zuckerrübenbau 1904.

[2]) Stoklasa: Über die Menge u. d. Ursprung des Ammoniaks in den Produkten der Vesuveruption im April 1906. Ber. d. d. chem. Ges.

[3]) 1. c. sub 23.

[4]) Studie o chlévské mrvě (Studie über den Stalldünger). Zemt. Archiv.

[5]) Methoden z. Bestimmung d. Atmungsintensität d. Bakterien im Boden. Ztschr. d. landw. Versuchswesen i. Öster. 1911.

Methoden z. biochem. Untersuchung d. Bodens. Abderh. Handbuch 1912.

[6]) O významu arsenu v produkci rostlinné (Über die Bedeutung des Arsens in der Pflanzenproduktion). Prag 1896.

zu verfolgen. Stoklasa haftete weder starr an seinen ersten Arbeiten noch auch an seinen Schlußarbeiten, im Gegenteile, er sah klar, und so sind seine Arbeiten und Gedanken immer lebendig und jung, sie sind stets weiterer Entwicklung und Ergänzung zugänglich. Stoklasa richtete keine hohe Mauer zwischen Wissenschaft und Praxis auf, er erbaute im Gegenteil Brücken; dies waren seine zahlreichen Schüler, welche er bei jeder Gelegenheit zur Kleinarbeit auf dem Lande aneiferte, indem er ihnen sagte, daß der Verkehr mit dem Landwirte die beste Vorbereitung für die lebendige Wissenschaft bilde. Die Wissenschaft schaffe die Voraussetzungen und das Programm, die Kleinarbeit verwirkliche in der Folge den Fortschritt in der Produktion. Heute am Tage des Jubiläums seiner ein halbes Jahrhundert währenden Arbeit rufen wir alle uns die Verdienste der positiven Politik der Autorität und des Gelehrten Stoklasa um die Entwicklung unserer Landwirtschaft und der Landwirtschaft der Welt ins Gedächtnis, und es wird für ihn sicherlich der schönste Lohn sein, wenn die junge Generation seiner Schüler in ehrlicher Arbeit zur Verwirklichung seiner Ideale beiträgt.

Prof. Dr. Julius Stoklasa über das Problem der Kohlensäure- und Bakteriendüngung.

Von Insp. Eugen Faith, Osijek, SHS.

In dem epochalen Werke „Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens," das Prof. Dr. J. Stoklasa im Jahre 1926 unter Mitwirkung von Dr. Ing. E. G. Doerell der Öffentlichkeit übergeben hat, weisen die Verfasser darauf hin, daß dem wichtigsten biogenen Elemente, nämlich dem Kohlenstoff, im allgemeinen noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, trotzdem der Kohlenstoff für die ganze Entwicklung der Lebewesen die größte Bedeutung von allen Elementen innehat, nachdem er bis zu 50% der Trockensubstanz des Pflanzenkörpers ausmacht. Die in der Luft enthaltene Kohlensäure hat bisher als die einzige und genügend ergiebige Quelle für die Kohlenstoffassimilation der Pflanzen gegolten und die Forschungen auf diesem Gebiete sind daher vielfach vernachlässigt worden. In der Tat ist der absolute Vorrat an Kohlensäure im Weltraume ein ganz enormer, denn schon der einzelne Mensch atmet täglich 900 g Kohlensäure aus und die ganze Bevölkerung der Erde (1400 Millionen Menschen) erzeugt 1260 Millionen kg Kohlensäure täglich. Weitere große Mengen liefern die Tiere, die Kleinlebewesen und die Pflanzen, — letztere sowohl im Keimzustande als auch als grüne Pflanzen durch ihr Wurzelsystem und ihre Blätter. Gewaltige Mengen von Kohlensäure werden auch durch die Verbrennung von Holz und Kohle, sowie durch die vulkanische Tätigkeit der Erde erzeugt.

Über den tatsächlichen Weltvorrat an Kohlensäure stimmen die bisherigen Ergebnisse der Forschungen nicht überein. Manche Forscher schätzen diesen Vorrat auf 2100 Billionen kg (mit 560 Billionen kg Kohlenstoff), andere sogar auf 3000 Billionen kg (mit 800 Billionen kg Kohlenstoff). Trotz dieses ungeheuren Weltvorrates sind in 10 000 l Luft nur etwa 3 l Kohlensäure enthalten, und es ist beobachtet worden, daß die Kohlensäurekonzentration in der Luft keine konstante ist, sondern im Sommer stets niedriger ist als im Winter. Die in 10 000 l Luft enthaltenen 3 l Kohlensäure wiegen etwa 7 g. Hiervon entfallen 8 Elftel auf das Gewicht des Sauerstoffes und nur 3 Elftel auf den Kohlenstoff, so daß in 10 000 l Luft nur etwa 2 g Kohlenstoff enthalten sind. Sollen also die Pflanzen einer gewissen Bodenfläche für ihren Aufbau und für ihre Lebensprozesse 100 q Kohlenstoff assimilieren, so müssen 50 Millionen Kubikmeter Luft durch die Blätter dieser Pflanzen passieren!

Die Assimilation des Kohlenstoffes geht bekanntlich unter der Dynamik der Strahlenenergie des Sonnenlichtes vor sich, und zur Assimilation des oben erwähnten Quantums an Kohlenstoff ist eine Energie von 96 Millionen Kalorien nötig. Für die Assimilation sind also einerseits die Blätter der Pflanzen,

anderseits die Sonnenenergie von eminenter Bedeutung, und es ergibt sich hieraus, wie nachteilig es wirken muß, wenn durch zu spätes Anbauen, durch zu frühes Ernten oder durch das Abblatten der Pflanzen die Vegetationszeit verkürzt wird bzw. die Pflanzen ihrer Assimilationsapparate beraubt werden.

Befindet sich die Strahlenenergie unter oder über dem Optimum, so sinkt die Photosynthese und Stickstoff, Phosphor, Kalium und so weiter können nicht in dem Maße zur Synthese der Zellsubstanz benutzt werden, als wenn die Energiequelle und die übrigen Vegetationsfaktoren im Optimum stehen. Von den klimatischen Vegetationsfaktoren hängt also die ganze Assimilation des Kohlendioxydes aus der Luft und die Resorption der mineralischen Nährstoffe aus dem Boden ab. Stoklasas Forschungen ergeben, daß zwischen der Assimilation der Kohlensäure, die unter der Dynamik des Strahlenlichtes der Sonne vor sich geht und der Nährstoffaufnahme durch das Wurzelsystem ein konstantes Verhältnis besteht. Bei der Zuckerrübe entfallen z. B. auf 100 kg des assimilierten Kohlenstoffes 1,74 kg Stickstoff, 2,27 kg Kaliumoxyd und 0,62 kg Phosphorsäure-Anhydrid. Sinkt der assimilatorische Effekt des Kohlenstoffes, so werden die übrigen biogenen Elemente, wenn sie den Pflanzen auch noch so reichlich zur Verfügung stehen, nicht genügend ausgenutzt, was in der geringeren Erzeugung von Pflanzensubstanz zum Ausdruck kommt.

Da sämtliche Pflanzen der Erde jährlich 50 bis 80 Billionen kg Kohlenstoff benötigen, so wäre der Weltvorrat in einigen Jahrzehnten erschöpft, wenn die Natur nicht fortwährend für Ersatz sorgen würde.

Wie bereits angedeutet, benötigt die Pflanze die Kohlensäure zum Aufbau ihrer kohlenstoffhaltigen Substanz, und ein Teil der assimilierten Kohlensäure wird durch die Stoffwechselprozesse wieder ausgeschieden. Stoklasa hat gefunden, daß die Kohlensäuremenge, die binnen 24 Stunden von 1 g Trockensubstanz des Wurzelsystems ausgeatmet wird, bei den verschiedenen Pflanzen nicht gleich groß ist. Von den Kulturpflanzen zeichnen sich besonders die Leguminosen durch eine hohe Atmungspotenz aus, indem sie in oben erwähnter Zeit bis 200 mg Kohlensäure von 1 g Trockensubstanz ausatmen. Dann folgt die Zuckerrübe mit etwa 130 g und schließlich die Getreidearten, die nur unbedeutende Mengen von Kohlensäure ausscheiden. Eine außerordentlich hohe Atmungspotenz weisen die wildwachsenden Pflanzen auf, von welchen z. B. Triticum repens 270 mg von 1 g Trockensubstanz in 24 Stunden ausatmet.

Während die Kulturpflanzen also zwar sehr merkliche, aber immerhin nur geringe Mengen Kohlensäure ausscheiden, entwickeln die Bodenbakterien, deren ein Hektar bis zu 40 cm Tiefe 2 bis 4 q führt, weitaus höhere Quantitäten, so daß von einer Hektarfläche jährlich im ganzen bis 320 q (bis zu 20 000 Kubikmeter) Kohlensäure ausgeatmet werden. Diese Kohlensäuremenge könnte in geschlossener Lagerung die ganze Fläche bis 200 cm hoch bedecken falls keine Assimilation seitens der Blätter erfolgen würde. Es sind also gewiß enorme Mengen von Kohlendioxyd, die jährlich durch die biochemischen Prozesse entstehen.

Der Umstand, daß fast die Hälfte der pflanzlichen Trockensubstanz aus Kohlenstoff besteht und die Luft nur 0,03 Prozent Kohlensäure enthält (im

Sommer sogar noch weniger) bewog einige Forscher wie Bornemann, Gerlach, Fischer und insbesondere Stoklasa, danach zu forschen, ob es möglich wäre, auch durch künstliche Kohlensäureanreicherung der Luft erhöhte Erträge zu erzielen.

Stoklasas diesbezügliche Versuche haben folgende positive Resultate ergeben: binnen 98 Tagen werden bei einer Temperatur von 18 bis 22 Grad C bei Vorhandensein aller Vegetationsfaktoren in einer Atmosphäre mit 0,04% Kohlensäuregehalt von dem Organismus der Zuckerrübe an lebender Substanz 120 g auf Trockensubstanz berechnet aufgebaut. Bei einem Kohlensäuregehalt der Atmosphäre von 0,1% werden unter denselben Verhältnissen 242 g Trockensubstanz produziert, bei 0,2% 258 g, und bei 0,3% Kohlensäuregehalt, also bei einer zehnfach stärkeren Konzentration als derjenigen unserer Atmosphäre, wird das Maximum an produzierter Pflanzensubstanz (272 g) erreicht. Bei 0,4% Kohlendioxydgehalt ist keine Steigerung der produzierten Trockensubstanz mehr wahrzunehmen und bei noch höherer Konzentration beginnt die Produktion bereits wieder zu sinken. Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die photosynthetischen Prozesse progressiv mit dem Kohlendioxydgehalt der Atmosphäre steigen, was aber selbstverständlich nur bis zu einer gewissen Grenze möglich ist.

Das Faktum, daß bei gesteigerter Kohlensäurekonzentration der Luft die Produktion an Pflanzensubstanz zunimmt, und daß durch die Tätigkeit der Bodenbakterien große Mengen von Kohlensäure erzeugt werden, veranlaßte Stoklasa zu der Schlußfolgerung, daß es nötig sei, den Boden außer mit den üblichen Düngemitteln auch mit Bakterien-Kompost zu düngen. In diesem Zusammenhange forschte er nach den Vorbedingungen, welche die Kleinlebewesen benötigen, um sich im Boden kräftig entwickeln zu können.

Die Entwicklung der Kleinlebewesen hängt selbstverständlich von vielen Faktoren ab. Vor allem brauchen sie zum Aufbau ihres Körpers dieselben biogenen Elemente wie die hochentwickelten Lebewesen. Ferner spielt die Wärme, die Luft- und Wasserkapazität, die Azidität, die Radioaktivität, die kolloidale Struktur und die chemische Zusammensetzung des Bodens, endlich aber auch die Beschaffenheit der angepflanzten Kultur eine große Rolle für ihr Gedeihen. Auch hat jede Pflanze ihre speziellen Wurzelbakterien, woraus es sich erklären läßt, daß die einzelnen Pflanzen ihren eigenen Verbreitungskreis innehaben, in dessen Grenzen sie sich wiederum stärker oder schwächer zu entwickeln vermögen.

Bezüglich der Assimilation unterscheiden wir solche Mikroorganismen, die imstande sind zwecks Aufbaus ihres Körpers sowohl den Kohlenstoff als auch den Stickstoff aus der Luft zu entnehmen, solche, die zwar den Stickstoff aus der Luft, den Kohlenstoff aber aus organischer Materie gewinnen, und schließlich solche, die sowohl zwecks Stickstoff- als auch zwecks Kohlenstoffentnahme einer plastischen Substanz bedürfen. Es ist also eine der wichtigsten Vorbedingungen für das Gedeihen der Bodenbakterien, daß der Boden mit leicht abbaufähiger organischer Substanz angereichert wird, was zum Teile, aber durchaus nicht in genügendem Maße, schon durch die im Ackerboden verbleibenden Stoppel- und Wurzelrückstände erreicht wird. So enthalten

z. B. beim Weizen die auf ein Hektar verbleibenden Rückstände 2145 kg Kohlenstoff und bei der Luzerne sogar 5167 kg Kohlenstoff. Aus letzterer Konstatierung ergibt sich, welche Wichtigkeit dem Klee- und Luzernebau in der Fruchtfolge zukommt, und wie folgerichtig es ist, daß in Ländern, in denen wenig Klee und Luzerne gebaut wird, der Kohlenstoff des Bodens sich vermindert und somit auch die übrigen Nährstoffe nicht entsprechend zur Geltung kommen können. Der moderne Landwirt muß gewissermaßen Rechnung über den Kohlenstoffgehalt seines Bodens führen und seinem Acker immer wieder leicht abbaufähige Substanzen zuführen, was am besten auf dem Wege der Gründüngung geschieht. Auch die frischen Zuckerrübenblätter bilden eine sehr gute Kohlenstoffquelle für die Kleinlebewesen.

Bei den Mikroorganismen ist die Energiequelle für die Kohlensäureassimilation nicht das Licht wie bei den grünen Pflanzen, sondern jene Energie, welche durch die Oxydation des Ammoniaks, des Nitrites, des Kaliumchlorids, des Eisenoxyduls usw. gewonnen wird, wodurch sich die günstige Wirkung der mineralischen Düngemittel erklärt.

Je günstiger die Lebensbedingungen der Mikroorganismen sind und je intensiver der Luftzutritt in den Boden stattfindet, um so lebhafter spielen sich die Lebensprozesse der Bodenbakterien ab, was in der erhöhten Kohlensäureerzeugung und in der Erwärmung des Bodens zum Ausdruck kommt. Natürlich hat erhöhte Lebenstätigkeit auch erhöhte Inanspruchnahme des Nährstoffvorrates zur Folge. Je größer die Luftkapazität des Bodens ist, desto größer ist auch der Prozentsatz jener Mikroorganismen, die den Stickstoff aus der Luft assimilieren.

Das durch die Bodenbakterien und Pflanzen erzeugte Kohlendioxyd wirkt auf mehrfache Art günstig auf die Fruchtbarkeit des Bodens ein. Es dringt zwischen die Bodenpartikelchen und verursacht dadurch eine mechanische Lockerung der festen Teile der Ackerkrume, wodurch die sogenannte Gare des Bodens hervorgerufen wird. Ferner wirkt die Kohlensäure lösend auf die wasserunlöslichen mineralischen Bestandteile des Bodens und bewirkt die Bildung von Bikarbonaten, in welcher Form dann die Pflanzen den Kohlenstoff mit ihrem Wurzelsystem bis zu einem gewissen Grade direkt aufzunehmen imstande sind. Schließlich entströmt ein großer Teil der Kohlensäure dem Boden und bereichert die untersten Schichten der Luft, wobei sie die Unterseiten der Blätter bestreicht, die zwecks Luft- bzw. Kohlensäureaufnahme reichlich mit Spaltöffnungen versehen sind. Da die Kohlensäure-Exhalation des Bodens in innigstem Zusammenhange mit der Pflanzenproduktion steht, so kann sie nach Stoklasa mit Recht geradezu als Indikator für die Fruchtbarkeit des Bodens betrachtet werden.

Stoklasas Versuchen zufolge besteht zwischen dem Luftgehalte des Bodens und der Kohlensäurekonzentration desselben ein gewisses Verhältnis. Wenn sich der Luftgehalt beispielsweise in einer Tiefe von 20 bis 40 cm zwischen 12 und 20% bewegt, so beträgt die Kohlensäure-Konzentration bloß 0,1 bis 0,5%. Sinkt die Luftkapazität des Bodens, so wächst der Kohlendioxydgehalt. In einem Boden mit geringer Luftkapazität und großer Wasserkapazität kann der Kohlensäuregehalt sogar bis zu 9% steigen.

Das Optimum für die Entwicklung der Pflanzen und Kleinlebewesen erreicht der Kohlendioxydgehalt des Bodens bei ca. 0,5%. Enthält der Boden 1 bis 2 %Kohlensäure, so übt dies bereits eine toxische Wirkung sowohl auf das Wurzelsystem der Pflanzen als auch auf die Mikroorganismen aus. Namentlich die Zuckerrübe ist gegen die Anhäufung von Kohlensäure im Boden ungemein empfindlich, und es wird bei starker Konzentration häufig Wurzelbrand beobachtet. Die jungen Zuckerrübenkeimlinge, welche große Mengen von Kohlendioxyd entwickeln, müssen speziell vor Verkrustung des Bodens geschützt werden, da eben dieses Kohlendioxyd, wenn es dem Boden nicht entweichen kann, ein starkes Gift für die Keimlinge darstellt. Der Boden muß in der kritischen Zeit zwischen der Aussaat und dem Aufgehen der Rübenpflänzchen durch scharfzinkige Eggen offengehalten werden, und da die Kohlensäure aus lockerem Boden leichter entströmen kann, so ist von der Verwendung schwerer Walzen abzusehen.

Um Stoklasas Forschungen auch bei der Tiefbearbeitung des Bodens in der Praxis Rechnung zu tragen, soll der Boden wiederholt und möglichst tief gelockert werden, während häufiges Wenden zu vermeiden ist, da dadurch allzuviel Bakterien abgetötet werden. Auch ein tieferes Ackern im Frühjahr ist zu verwerfen, weil nach Durchführung desselben die gewendete Schicht nicht mehr rechtzeitig von den Kleinlebewesen durchsetzt werden kann. Bei der Tiefackerung wird gerade die an Bakterien reichste Erdschichte vergraben, weshalb der Untergrundlockerung und dem Pflügen mit ausgespartem Streichbrett in der Zukunft die größte Beachtung geschenkt werden dürfte. Grundsätzlich ist die tiefe Furche mit schmaler Furchenbreite zu geben, denn je schmaler die Furche, desto unvollkommener erfolgt ihre Wendung und desto mehr verbleibt von der bakterienreichen gärenden Oberkrume in der obersten Schichte des Bodens. Auch kann der Pflug bei schmaler Furchenbreite rascher im Acker vorwärts bewegt werden, wodurch eine bessere Krümelung des Bodens erreicht wird. Ein in schmaler Furche geackerter Boden kommt stets schneller in Gare als ein Acker der breite Furchen erhalten hat.

Was die Azidität des Bodens betrifft, so ist Stoklasa zu dem Ergebnis gelangt, daß in neutral reagierendem Boden 78 Mill. vegetative Keime per g enthalten sind, welche in 24 Stunden 85 mg Kohlensäure ausscheiden. Stark sauer reagierender Boden enthält nur 6 Mill. Bakterienkeime per g und produziert in derselben Zeit nur 5 mg Kohlendioxyd. Die Reaktion des Bodens hängt unter anderem auch von der chemischen Zusammensetzung ab, und es kann ein sauer reagierender Boden demnach durch entsprechende Kalkdüngung neutralisiert werden, wodurch er dann umso wertvoller wird, als die abbaufähigen organischen Substanzen bis dahin durch die geringe Anzahl der Mikroorganismen nicht in entsprechendem Maße in Anspruch genommen worden waren, mithin ein gewisser Kohlenstoffvorrat aufgestapelt geblieben ist.

Da auch der Stallmist für das Gedeihen der Bakterien bzw. für die mechanische Verbesserung und für die Fruchtbarkeit des Bodens von großer Bedeutung ist, so soll auch über Stoklasas diesbezügliche Forschungsergebnisse einiges erwähnt werden. Stoklasa hat die Überzeugung gewonnen, daß der Stallmist, wenn er gut konserviert ist, nicht nur einen großen Bakteriengehalt aufweist, sondern daß auch die organischen Substanzen, die in ihm enthalten

sind, zum Aufbau neuer lebender Materie für die Bakterien dienen. Ein gut behandelter Stallmist ist aber auch als vorzügliches Respirationsmittel zu betrachten, da die Bakterien namentlich in Stallmist mit frischen Tierexkrementen ungemein energisch atmen, was deutlich durch die Temperatursteigerung zum Ausdruck kommt. Bezüglich der Umsetzungsprozesse im Stallmiste lehrt Stoklasa, daß die Atmung der Bakterien in denselben umso energischer vor sich geht, je mehr Luft auf die Bakterien einwirkt. Stoklasa konstatiert, daß beim Stallmist in 100 Tagen auf 100 q Trockensubstanz bei freiem Luftzutritt ein Substanzverlust von 43 bis 44% eintritt, wogegen bei Luftabschluß in derselben Zeit nur ein Substanzverlust von 4 bis 8% zu verzeichnen ist. Durch die Anwendung von 400 q gut konserviertem Stallmiste werden dem Boden 3 bis 6 q Bakterien (auf Trockensubstanz berechnet) eingeimpft. Werden 400 q Stallmist pro Hektar angewendet, wodurch dem Boden 80 kg Stickstoff zugeführt werden, so scheidet der Acker Stoklasas Versuchen zufolge in 24 Stunden 6—7 g Kohlensäure per Quadratmeter aus. Für die Konservierung des Stallmistes, der also sowohl ein stickstoffhaltiges als auch ein hervorragendes kohlensäureerzeugendes Düngemittel ist, führt Stoklasa den alten Grundsatz an: „Sauerstoffabschluß, feucht und fest", dessen volle Richtigkeit zahlreiche Versuche des Forschers ergeben haben.

Was den Einfluß der Radioaktivität des Bodens auf das Gedeihen der Mikroorganismen betrifft, so sei hervorgehoben, daß Stoklasas Versuche uns dahin belehren, daß die Radiumemanationen einen weit größeren Energiefaktor für den gesamten Kraft- und Stoffwechsel der Mikroorganismen bilden, als man bisher geahnt hat. Nach Stoklasa rufen die Radiumemanationen, und zwar hauptsächlich die Alphastrahlen, in den Bakterienzellen energische Oxydationsprozesse hervor. Durch die Einwirkung der Radiumemanationen gehen somit die Dissimilationsprozesse viel stärker vor sich, und diese Tatsache übt auf die Erhöhung der Atmungspotenz der Bakterien eine außerordentlich günstige Wirkung aus. Während die Assimilationsprozesse des elementaren Stickstoffes durch die stickstoffbindenden Bakterien unter dem Einflusse der Alphastrahlen besonders energisch vorsichgehen, verursachen die Beta- und Gammastrahlen eine Beschleunigung der Ammonisations- und der Denitrifikationsprozesse im Boden.

Das Gedeihen der Mikroorganismen, die für die Fruchtbarkeit des Bodens so wichtig sind, hängt also von zahlreichen Faktoren ab, und der Landwirt muß sich bei der Dünung des Bodens stets vor Augen halten, daß er die Nährstoffe nicht nur für die Ernährung der Pflanzen zusetzt, sondern daß er in erster Linie die Bodenbakterien ernähren muß, durch deren Vermittlung dann die Pflanzen die Nährstoffe aufnehmen können. Die Mikroorganismen erwärmen und erschließen den Boden durch ihre Lebensprozesse und erzeugen nicht nur wertvolle Abbauprodukte, die sozusagen einen integrierenden Bestandteil des Humus bilden, sondern ein großer Prozentsatz von ihnen assimiliert auch den Stickstoff aus der Luft, der dann wieder den Pflanzen zugute kommt. Es liegt also im eigensten Interesse jedes einzelnen Landwirtes, wenn er seinen Boden mit Bakterien anreichert und sich um den Kohlenstoffvorrat des Ackers bekümmert. Macht er sich die Ergebnisse der modernen Forschungen bei der Bearbeitung

und Düngung des Bodens zum Grundsatze, so wird dies unzweifelhaft dazu führen, daß die bisherigen Ertragsgrenzen überschritten werden. Prof. Dr. Stoklasas Forschungen liefern den Beweis, daß der „Erdgeist", der die Fruchtbarkeit des Bodens bewirkt eben durch die Lebenstätigkeit der Bodenbakterien hervorgerufen wird. Die Erkenntnis dieser Tatsache und die Anwendung der sogenannten Humophosphate und Kalihumate, deren Herstellung Stoklasa als einen Triumph der modernen biochemischen Technik bezeichnet, bedeutet auf dem Gebiete der Pflanzenernährung einen Fortschritt von unabsehbarer Tragweite.

Julius Stoklasas Enzymarbeiten im Rahmen des Energiestoffwechsels.

Von Dr. Hugo Haehn,
Abteilungsvorsteher im Institut für Gärungsgewerbe, Berlin.

Die Energieversorgung der lebenden Zelle oder des Zellenstaates ist an den Stoffwechsel gebunden, weshalb man einen bestimmten Teil der Zellumsätze direkt als Energiestoffwechsel bezeichnet. Die allen chlorophyllfreien Zellen von außen direkt zugeführte Energie in irgendeiner Form kann nicht aufgenommen werden; die verwertbare Energie muß im Innern der Zelle selbst bei der Spaltung der Substrate entstehen. Um Irrtümer und falsche Vorstellungen in unserer Betrachtung auszuschalten, wollen wir zunächst festlegen, was wir unter Energiestoffwechsel der Zelle im allgemeinen heute verstehen.

Bei flüchtiger Betrachtung des Problems könnte man vermuten, daß gewisse chemische Stoffe durch einen gewissen Verbrennungsvorgang Wärme liefern, die von der Zelle als solche aufgenommen und verarbeitet wird. Diese Annahme, die auch tatsächlich der Vater des Energiestoffwechsels Lavoisier ursprünglich machte, findet scheinbar darin eine Bestätigung, daß man heute noch den Energiegehalt eines Nährstoffes in Kalorien ausdrückt. Das ist jedoch keineswegs richtig. (A. Kanitz, C. Oppenheimer.) Würde es sich bei der Stoffaufspaltung einfach um eine Beschaffung von Wärme nach dem Berthelotschen Prinzip handeln, so müßte wenigstens ein Teil der Energie durch Wärmezufuhr von außen zu ersetzen sein. Das ist jedoch nicht möglich. Weder zugeführte Wärme noch Elektrizität werden von der lebenden Zelle transformiert. Die bei den Spaltungsreaktionen entstehenden Energiearten sind uns heute z. T. noch unbekannt. Wir können daher ein Zellengebilde nicht einfach als kalorische Maschine betrachten, sondern sehen es als eine chemodynamische Maschine an (Fick), bei welcher die Summe der neu entstandenen Energien gleich ist der Gesamtabnahme der chemischen Energie. Beim Zellstoffwechsel kommt speziell die Transformation der chemischen Energie in Arbeit und Wärme in Frage. Dabei muß von der Gesamtenergie eines Stoffes ein Teil der Energie unter allen Umständen in Wärme d. i. in die gebundene Energie übergeführt werden. Ein anderer Teil jedoch kann jede andere Energieform, z. B. transformierbare Wärme oder Arbeit annehmen. Dieser Teil der Energie ist „frei" (Helmholtz). Man formuliert also:

$$U = F + Q'$$

wobei U die gesamte Energie, F die „freie Energie" (= Arbeit z. B.) und Q' die abgegebene Wärmemenge bedeutet. Die gebundene Energie geht als verwertbare Energie verloren, ist also irreversibel. Der reversible Teil der Reaktion ist F. Wir hätten hier eine Folgerung aus dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik

für die lebende Zelle (R. Höber, O. Meyerhof, C. Oppenheimer, M. Planck, H. Zwaardemaker, C. Wachtel).

Im Zelleben kommt es darauf an, den Abbau eines Substrates so zu leiten, daß möglich viel freie Energie gewonnen wird. Nicht immer scheint aus bisher noch unerforschlichen Gründen die Natur diesen Weg zu gehen. Eines aber steht bis jetzt fest: Alle biologischen Oxydationen sind von großer Arbeitsfähigkeit, liefern viel Energie. F ist in diesem Falle annähernd gleich U.

Wie betont, ist stets ein Teil der Energie irreversibel, und Wachtel bezeichnet direkt die Irreversibilität aller Lebensvorgänge als wichtigstes Kriterium des Lebens.

Die von Baron und Polanyi nach dem Nernstschen Wärmesatz berechnete freie Energie einiger biologischer Reaktionen, in Kalorien ausgedrückt, ist nicht erheblich abweichend von der Wärmetönung eines Stoffes, so daß man noch praktisch die alte Kalorienrechnung benutzen kann, obgleich sie auf falscher Basis aufgebaut ist. Eine vollständige theoretische Begründung für die Benutzung der Kalorienzahlen in der Ernährungsphysiologie steht noch aus. Wir bestimmen also bei der Kalorimetrie die gesamte chemische Energie eines Substrates, sind uns aber bewußt, daß aus diesen Substraten beim Zellstoffwechsel äquivalente Mengen anderer Energien neben Wärme entstehen.

Aus der freien Energie kann letzten Endes auch wieder Wärme entstehen. Wir hätten also beim Zellstoffwechsel Wärme von zweierlei Art. Einmal entsteht sie aus dem chemischen Prozeß direkt, ohne vorher in Arbeit verwandelt gewesen zu sein. Sie ist hier das Produkt einer primären Transformation und wird deshalb als primäre Wärme bezeichnet. Die sekundäre entsteht aus Arbeit, ist zum guten Teil Reibungswärme der Organe (C. Oppenheimer).

Andere Energiearten wie die elektromagnetische oder strahlende werden heute noch vernachlässigt, weshalb wir z. B. weit entfernt sind eine endgültige Zellbilanz aufstellen zu können. Wir wissen überhaupt noch nicht, wieviel Energie von der Zelle benötigt wird.

Im allgemeinen verlaufen die Prozesse unter Abnahme von Energie. Es entstehen Stoffe mit geringerem Potential als die Ausgangssubstanzen. Jedoch treten auch manchmal als Teilprozesse Synthesen auf, also Vorgänge mit chemischem Potentialhub (Fettsynthesen, Glykogenbildung). Für diese Reaktionen müssen die abzubauenden Stoffe die nötige Energie liefern. Nach Meyerhof wird die Glykogensynthese aus Milchsäure durch die Oxydationsenergie der Kohlehydrate bewerkstelligt. Linhardt berechnet, daß ein Molekül Mannit bei der Oxydation soviel Energie produziert, daß sich 10 Moleküle Ammoniak aus Stickstoff und Wasser im Bakterienleib bilden können.

Die Energietransformationen sind nicht allein an chemische Molekularformationen, sondern auch an die Zellstruktur gebunden. Durch den erzielten Energiegewinn kann die lebende Zelle Funktionen mannigfacher Art verrichten. Die Arbeit, die sie leistet, ist dreifacher Art. Zunächst kommt chemische Arbeit in Betracht: der Aufbau lebender Substanz durch Synthesen (Zellteilung, Sekretion). Mechanische Arbeit ist z. B. u. a. in der Plasmabewegung zu erkennen und als physiko-chemische Arbeit wären vor allem die osmotische Arbeit, Quel-

lungsarbeit, Oberflächenarbeit und elektrische Arbeit zu nennen. Aber auch im Ruhestand benötigt die lebende Substanz Energie, die gedeckt werden muß.

Meyerhof prüft alsdann, ob ein Energieaufwand benötigt wird, um rein chemische, hochmolekulare Substanzen in organisierte Materie umzuwandeln, was aber beim sich teilenden Ei nicht der Fall ist. Auch wenn lebende Substanz in „tote" chemische Stoffe übergeht, z. B. beim schnellen Abtöten stark atmender Vogelblutzellen, tritt kein Wärmeabfall ein.

Zusammenfassend formuliert C. Oppenheimer die Zellprozesse folgendermaßen: „Zuerst werden auf Kosten chemischer Energie irgendwelche potentiellen Energien chemischer, mechanischer oder physiko-chemischer Natur gebildet, dann leisten diese Arbeit und die Arbeit verzehrt sich zu (sekundärer) Wärme; oder sie gehen bei irgendwie verhinderter positiver Arbeitsleistung eventuell auch direkt durch Reibung oder andere irreversible Prozesse in Wärme über." Zum Schluß ist also alle chemische Energie in Wärme transformiert.

II.

Diesen mannigfachen Prozessen des Energieabfalles in den lebenden Zellen steht nur eine Reaktion mit chemischem Potentialgewinn gegenüber, das ist die Nutzbarmachung der strahlenden Sonnenenergie mit Hilfe der Chromatophoren der grünen Pflanzen, die solche gewaltigen Energiemengen in den Nährstoffen anhäuft, daß hiervon der ganze Dissimilationsstoffwechsel, der stickstofffreien Nährstoffe in erster Linie, seine Existenz bestreiten kann.

In ihrem dunklen Drange nach Erkenntnis haben die Weisen des Altertums in ihrem Sonnenkult schon instinktivmäßig gefühlt, daß die Quelle allen Lebens letzten Endes die Sonne ist, die allen Lebewesen die Lebenskraft spendet.

Erst sehr spät, nach dem Erwachen einer neuen Aera der Naturwissenschaften setzte ein neues Verlangen nach Aufklärung der Lebensprozesse und zwar auf chemischer Grundlage ein, und wir finden in Laurent Lavoisier und Laplace die ersten, die sich ein ziemlich richtiges, natürlich äußerst primitives, dem Stande der damaligen Erkenntnis angepaßtes Bild von dem tierischen Stoffwechsel machten. Handelt es sich hier um die Vorgänge, die wir heute mit Sauerstoffatmung, mit aerobem Stoffwechsel bezeichnen, so verdanken wir Louis Pasteur die Erweiterung dieser Wissenschaft durch die Auffindung des anaeroben Stoffwechsels. Pasteurs Arbeiten geben uns heute noch die Grundlagen zur Erforschung der wirksamen Kräfte der Zelle, weshalb wir kurz auf seine These eingehen wollen.

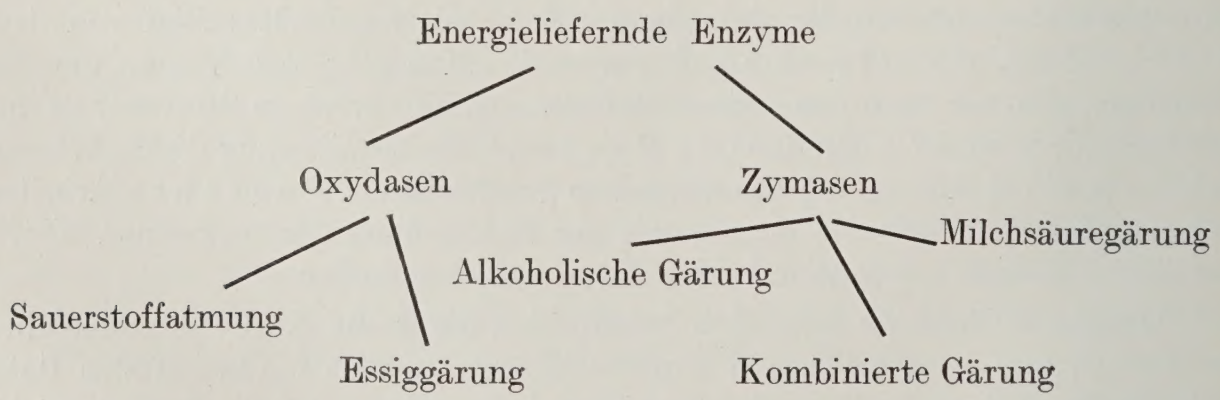
Genannter Forscher entdeckte bekanntlich die große Klasse der anaeroben Lebewesen und kam bei seinen Untersuchungen zu dem fundamentalen Satz, daß **alle** Organismen zu ihrer Existenz Energie benötigen, daß die Erzeugung der Energie in der Zelle ein allgemeines Kennzeichen allen Lebens ist. Die Organismen, die in Sauerstoff leben, benutzen diesen zur Destruktion der organischen Nährstoffe und gewinnen durch diese Oxydationen Energie, mit deren Hilfe alle Zell-Reaktionen in geregelter Weise vorsichgehen können. Die Lebewesen, die Sauerstoff verschmähen oder gar durch ihn zugrunde gerichtet werden, müssen über andere Kraftquellen verfügen, weshalb ihnen ein prinzipiell anderer

Stoffwechsel, der auf einfacher chemischer Molekülzertrümmerung ohne Mitwirkung von Sauerstoff beruht, zukommen muß.

Pasteurs besonderes Verdienst ist es, den Zellstoffwechsel ohne Mitwirkung von Sauerstoff — den anaeroben Energiestoffwechsel — begründet und so die Grundlage für die Aufklärung der Gärerscheinungen geschaffen zu haben. Der Ausdruck „La fermentation est la conséquence de la vie sans air" in seinem berühmten Buche „Etudes sur la bière" ist typisch für seine Anschauung.

Als charakteristisches Beispiel für seine These führte Pasteur die Hefe an, die aus der Zerlegung des Traubenzuckers zu Alkohol und Kohlensäure ihre Energie zum Stoffwechsel gewinnt. Wir überspringen Pasteurs Bemühungen zur Stützung seiner Theorie und stellen nur fest, daß er trotz aller „Gegenbeweise" bis zum heutigen Tage mit seiner genialen grundlegenden Idee recht gehabt hat. Alles, was nach Pasteur auf diesem Gebiete gearbeitet wurde, diente dazu, seine Lehre zu beweisen, in Einzelheiten auszubauen und Nutzanwendungen zu machen. Es muß aber ausdrücklich betont werden, daß der Aufwand an Intuition, an geistiger und praktischer Arbeit hierzu sich der Pasteurschen Leistung, dem Erfassen jener Universalthese, würdig zur Seite stellen kann. Zahlreiche treffliche Einzelideen und ebensoviele sehr exakte scharfsinnige Arbeiten einzelner Forscher waren notwendig, um das Gebäude der Zellenergetik zu schaffen, das heute existiert.

Da man jetzt allgemein annimmt, daß der Stoffwechsel der Hefe mit Enzymen bzw. Enzymsystemen vorsichgeht, so würden für die Energiebeschaffung in der Zelle Oxydasen und Zymasen in Frage kommen. Den Oxydationen mit Hilfe der Oxydasen und Sauerstoff würden die Gärungen der Zymasen, die Aufspaltungen der Moleküle ohne Sauerstoff gegenüber stehen. Teilen wir die Gärungen in drei Hauptgruppen ein, in Alkoholgärung, Milchsäuregärung und kombinierte Gärungen (Buttersäuregärung, Coligärung, s. u. a. A. Kluyver) ein, so erhalten wir von dem Energiestoffwechsel folgendes Schema:



Die Sauerstoffatmung, die z. B. ein Molekül Glukose restlos zu Wasser und CO_2 verbrennt, ist eine sehr starke Energiequelle; in Kalorien ausgedrückt würde ein Mol. Glukose 677,2 Kalorien liefern.

Wie steht es nun mit den Zymasen? Der Prozeß der alkoholischen Zuckerspaltung wird heute allgemein als Energiereaktion betrachtet, obgleich der Energiegewinn im Vergleich zur Oxydation nicht erheblich ist.

1 Mol. $C_6 H_{12} O_6$ + 12 O zu CO_2 u. H_2O verbrannt, liefert	677,2 Kal.
2 Mol. $C_2 H_5 OH$ + 12 O zu CO_2 u. H_2O verbrannt, liefern	651,4 Kal.
Durch Gärung werden also frei	25,8 Kal.

das sind 3,8% der Verbrennungswärme des Zuckers. Wenn also die Hefe ihren Gesamtbedarf an Energie aus dem Gärprozeß decken will, so müssen ganz erhebliche Substratmengen gespalten werden. Der Stoffumsatz pro Zelle muß also hier ganz bedeutend größer sein als bei einer Oxydationsspaltung, und in der Tat vermag die Hefe das Vielfache ihres eigenen Gewichtes an Glukose zu vergären.

Man ist nun in der Lage eine stark atmende Hefe, die naturgemäß wenig Gärvermögen zu besitzen braucht, in eine stark gärende umzuwandeln, wenn man dafür sorgt, daß die Atmung durch Luftabsperrung unterdrückt wird. So verwandelten F. Hayduck und H. Haehn die wilde zymasearme Hefe Torula utilis in eine stark gärende, backfähige Hefe. Wurde diese Hefe wieder im lufthaltigen Gärmedium gehalten, so verlor der Organismus wieder sein Gärvermögen und die Oxydationskraft nahm wieder zu. Man ist also in der Lage, den Energiestoffwechsel der Hefe künstlich umzugestalten. Hier ist ein eklatantes Beispiel zur Illustration der Pasteurschen Theorie. In einem Falle überwiegt die Energiebeschaffung durch Sauerstoffatmung, im anderen durch Gärung. Man erntete also einmal je nach den Bedingungen eine stark oxydierende, schwach gärende Hefe, dann konnte diese in eine stark gärende, schwach oxydierende umgewandelt werden. Diese gärkräftige Hefe nahm dann wieder die ursprünglichen Eigenschaften an, wenn wieder entgegengesetzte Lebensbedingungen gewählt wurden. Die Umstellung des Stoffwechsels gelang meistens schon bei Züchtung in einer Generation. Während F. Hayduck und H. Haehn Hefen mit verschiedenen Eigenschaften züchteten, bestätigt dann später auf andere Weise O. Meyerhof das Resultat an einer Hefe, die je nach Sauerstoffzufuhr oder Sauerstoffmangel mehr oder weniger gärte bzw. atmete. Unter genauer Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse konnte das Ergebnis mit verschiedenen Hefen, daß mit der Zunahme der Gärung eine Herabsetzung der Sauerstoffatmung parallel ging, während eine Schwächung der Gärung eine lebhafte Sauerstoffatmung nach sich zog, erhärtet werden. Die Zymase als Energie-Enzym war durch diese Beispiele deutlich erkannt worden.

Wie ist nun die Leistung des Milchsäure liefernden Enzyms zu bewerten? Es beträgt:

die Verbrennungswärme von 1 Mol. Traubenzucker . .	= 677,2 Kal.
die Verbrennungswärme von 2 Mol. Milchsäure . . .	= 659,0 Kal.
mithin werden also frei	18,2 Kal.
hierzu muß nun noch die Neutralisationswärme der freien Säure, berechnet nach N. Zunz, in Ansatz gebracht werden mit	4,6 Kal.
so daß sich ein Nutzwert der Milchsäurebildung von .	22,8 Kal.

errechnet, also 3,4% von der Wärme, die bei totaler Verbrennung des Traubenzuckers entstehen würde. Diese Energieentwicklung bei der Milchsäurebildung steht also derjenigen der Hefegärung nicht erheblich nach, so daß man die in

der Natur weit verbreitete Milchsäurebildung auch als energetischen Prozeß ansprechen kann. Daß die Milchsäurebakterien und die verwandten Arten sich die Zuckerdissimilation zu eben genannter Säure als Energiequelle zunutze machen, ist wohl nie angezweifelt worden. Jedoch könnte man in Anbetracht der relativ geringen Wärmetönung den Gedanken prüfen, ob unter gewissen Umständen der Bazillus weiteren Energiegewinn aus einer weiteren sauerstofffreien Aufspaltung der Milchsäure erzielen kann. Die praktische Fragestellung war hier, ob die Milchsäure in Ameisensäure und Azetaldehyd weiter zerlegt werden kann. Die Experimente, die von H. Haehn und J. Pleser mit Bazillus Delbrücki ausgeführt wurden, lieferten jedoch so wenig der genannten Spaltstücke trotz Einhaltung normaler bzw. abnormer Lebens-Bedingungen, daß diese Reaktion als Energiequelle wohl kaum in Frage kommen dürfte. O. Meyerhof und P. Finkle haben nachgewiesen, daß auch in Milchsäurebakterien der Kraftstoffwechsel durch Sauerstoffzufuhr bzw. anaerobe Lebensbedingungen im Pasteurschen Sinne beeinflußt werden kann. Das Auftreten der Milchsäure im Muskel ist nach O. Meyerhof unmittelbar die Quelle der Muskelkraft und nach O. Warburg ist es ein allgemeines Gesetz, daß in allen Warmblüterorganen die Milchsäurebildung als Energiequelle in gewissem Umfange angesehen werden kann. Dies gilt auch für die pathologische Zelle. Das Karzinom-Gewebe lebt z. B. bei Sauerstoffmangel direkt nur von der Energie der Säurebildung.

Über die kombinierten Gärungen braucht wenig gesagt zu werden, da sie sich vorzugsweise aus Teilreaktionen der alkoholischen Gärung, der Milchsäuregärung und anderen noch unerforschten Prozessen zusammensetzen. Sicher sind auch sie mit Energieabgabe verknüpft.

III.

Nachdem wir uns das Wesen des Energiestoffwechsels vor Augen geführt haben, entsteht die Frage, an welcher Stelle haben die Stoklasaschen Arbeiten zur Klärung des Problems eingesetzt. Pasteur war nicht imstande gewesen, seine große Idee vom Stoffwechsel experimentell zu beweisen. Da auch die Versuche Hans Buchners mit Hefe und die von Chudiakow nicht zum Ziele geführt hatten, so mußte das Interesse an der Pasteurschen Lehre etwas sinken. Verschiedene Forscher hatten zwar in verschiedenen Pflanzenorganen Alkohol als Produkt der intramolekularen Atmung nachgewiesen, aber niemand legte diesen oft nicht einwandfreien Experimenten eine wichtige Bedeutung bei. Da nahm dann zu Anfang dieses Jahrhunderts Julius Stoklasa[1]), u. a. angeregt durch die Versuche E. Buchners über die Hefezymase das Pasteursche Stoffwechsel-Problem wieder auf und belebte durch seine zahlreichen Arbeiten über den anaeroben Stoffwechsel in höheren Pflanzen und tierischen Organen das ganze Gebiet, so daß wieder das Interesse an alle großen Fragen des anaeroben und aeroben Energiestoffwechsels geweckt wurde. Stoklasas umfangreiche Versuche ergaben damals als Stoffwechselprodukte: Alkohol, Kohlensäure, Milchsäure, Azetaldehyd, Ameisensäure und Essigsäure, alles Stoffe, die

[1]) Seine zahlreichen Mitarbeiter sind im Literaturverzeichnis angeführt.

als charakteristische Sprengstücke der großen Moleküle aus dem Energiestoffwechsel stammen und nach dem im Teil II aufgestellten Enzymschema gebildet werden können.

Es handelt sich hier in der Hauptsache um die Wirkung der beiden wichtigsten Energiestoffwechsel-Enzymkomplexe — Desmolasen im Oppenheimerschen Sinne — Alkoholzymase und Milchsäurezymase (= glykolytisches Ferment), die entweder gemeinsam bzw. getrennt in verschiedenen Organen tätig sind. Nach Stoklasas Abbauschema in höheren Pflanzen und tierischen Organen wirkt zunächst die Milchsäurezymase auf Glukose ein, worauf eine Karboxylase die Umwandlung der Milchsäure in Kohlensäure und Alkohol besorgt. Aus rein didaktischen Gründen wollen wir hier jedoch die beiden Reaktionen, die „alkoholische Gärung" und die „Milchsäuregärung" voneinander trennen und die Entstehung der anderen Stoffwechselprodukte im Anschluß behandeln.

Es ist ein Hauptverdienst Stoklasas, daß er es seinerzeit unternahm, die fundamentale These Pasteurs, die Betrachtung der alkoholischen Zuckerspaltung als eine in der Natur weit verbreitete biologische Reaktion, durch umfassende Experimente zu stützen. Ursprünglich glaubte man, daß die alkoholische Gärung nur eine Einzelerscheinung sei, nur den Hefen und Mukorarten zukomme, später verallgemeinerte jedoch Pasteur seine Lehre, ohne entscheidende Beweise bringen zu können. Es waren nun Stoklasas eifrigste Bemühungen, hier festen Boden zu schaffen. Überall im lebenden Gewebe, in höheren Pflanzen und tierischen Zellen forschte er tatkräftig nach Alkohol und vor allem lag ihm daran, mit totem Material, mit Enzymen aus höheren Organismen eine alkoholische Gärung zu reproduzieren. Godlewski und Polzeniusz hatten bereits 1901 in sehr exakt ausgeführten Versuchen mit gequollenen Samen, also lebendem Material, eine Zymasewirkung nachgewiesen. Jetzt galt es, die charakteristischen Spaltprodukte der Zuckergärung in den charakteristischen quantitativen Verhältnissen zu finden und den Enzymcharakter der Reaktion und somit eine der Hefezymase analoge Reaktion zu realisieren. Alle früheren Forscher, mit Ausnahme der eben genannten, hatten bei der intramolekularen Atmung zwar Alkohol und auch Kohlensäure nachgewiesen, doch war niemals die Frage gestellt worden, ob das quantitative Verhältnis der Kohlensäure zum Alkohol das gleiche sei wie bei der Hefegärung. Bei Rüben, Kartoffeln, Erbsen und vielen anderen Pflanzen wurde nun konstatiert, daß hier der Zuckerzerfall nach der Gay-Lussacschen Gleichung erfolgt. Nachstehende Tabelle mag den Befund illustrieren:

Provenienz des erzeugten Enzyms	gefundene Menge CO_2 in g	gefundene Menge $C_5H_2 . OH$ in g	Menge des gebildeten Alkohols für $CO_2 = 100$
Rübenzymase	0,97	0,95	97,9
„	1,25	1,37	109,6
„	0,515	0,53	103,9
Kartoffelzymase	0,54	0,74	137,0
„	0,88	0,79	89,8
Erbsenzymase	0,396	0,409	103,2
„	0,387	0,427	110,3

Aus diesen Zahlen geht zweifellos hervor, daß diese höheren Pflanzen den Zucker in derselben Weise zerlegen wie die Hefe. Daß die theoretischen Zahlen — 100 g Kohlendioxyd + 104,5 g Alkohol — nicht erreicht werden, liegt daran, daß neben der Zymasespaltung noch andere Abbaureaktionen stattfinden, namentlich wenn bei Anwesenheit von Sauerstoff, bei dem die Zymasewirkung weitergeht, gearbeitet wird. Später sind Versuche in einer Wasserstoffatmosphäre angesetzt worden, die zu 1,392 g CO_2 1,263 g Alkohol lieferten. Offenbar handelt es sich hier in der Hauptsache um eine echte Zymasespaltung, um eine Aufspaltung von Glukose zu Alkohol und Kohlensäure. Es war erwiesen, daß der Alkohol aus dem Zucker stammte und seine Existenz nicht irgendeiner noch unbekannten Reaktion verdankte. Stoklasa und Czerny konnten deshalb im Jahre 1903 ihren Befund mit Recht wie folgt formulieren:

„Aus den angeführten Versuchen ist uns der Schluß gestattet, daß das gärungserregende, der Buchnerschen Zymase ähnliche Enzym in der pflanzlichen Zelle sich tatsächlich vorfindet." — Wenn wir uns zu dieser Ansicht aus dem Jahre 1903 bekennen, so muß eine solche Zymase in höheren Pflanzen angenommen werden, die Milchsäure nicht spaltet, also eine Hefezymase, denn diese vermag nach Buchner und Meisenheimer das Milchsäuremolekül nicht zu zerlegen. Läßt man jedoch das neue Schema Stoklasas über die oxydoreduktiven Phasen des Kohlehydratabbaus gelten, so haben wir es mit einer milchsäurespaltenden Zymase zu tun. Da die anaerobe Atmung sicher nicht bei allen Pflanzen gleich verläuft, so werden verschiedene Zymasen existieren. Deshalb wird auch noch die folgende These aus dem Jahre 1903 in vielen Fällen ihre Richtigkeit haben: „Aus all den gefundenen Resultaten geht sehr klar hervor, daß der anaerobe Stoffwechsel der Pflanzen im wesentlichen identisch ist mit der alkoholischen Hefegärung."

Wie neuartig dieser Befund damals war, geht aus der Tatsache hervor, daß das Resultat von vielen Seiten angezweifelt wurde. Man machte vor allem den billigen Einwand, es sei nicht steril gearbeitet worden. Wer indeß die umfangreichen Arbeiten genauer studiert hat, sieht deutlich, mit welch peinlicher Gründlichkeit gleich von vornherein die Infektionsgefahr abgewendet wurde. Alle bakteriologischen Hilfsmittel zur Bekämpfung und Kontrolle der Infektion waren aufgeboten worden, so daß die Autoren zu folgendem Resultate kommen konnten: „Mit voller Bestimmtheit können wir daher erklären, daß niemals eine von den Bakterien verursachte Gärung wahrgenommen worden ist. Wir konnten dabei feststellen, daß die Bakterien den Kulminationspunkt ihrer Arbeit zu einer Zeit erreicht hatten, in welcher beim Parallelversuch nach 36 Stunden das Enzym die Gärung fast schon beendet hatte." Wie ernst es den Forschern um ihr Resultat war, geht daraus hervor, daß trotz der überzeugenden Experimente noch nach weiteren Beweisen für eine sterile Gärung gesucht wurde. Man stellte schließlich Gärversuche mit solchen Giftpflanzen an, deren Saft alle Mikroflora vernichtet. Die Gärwirkung wurde dann konstatiert bei Amanita muscaria (Fliegenpilz), Datura Stramonium (Stechapfel), Hyoscyamus niger (Bilsenkraut), Atropa Belladonna (Tollkirsche), Solanum nigrum (Tollkraut) und Paris quadrifolia (Einbeere).

Es konnte jedoch nicht lange dauern, so mußten von anderer Seite die äußerst

wichtigen Stoklasaschen Befunde bestätigt werden. Kostytschew, Palladin, Zaleski und Bodner bewiesen sehr bald, daß bei der anaeroben Atmung höherer Pflanzen ein zymaseähnliches Enzym in Tätigkeit tritt. Ein großer Widerspruch trat jedoch bei der Untersuchung mit Kartoffelknollen auf. Während Kostytschew und ebenfalls Boysen-Jensen nur wenig Alkohol im Vergleich mit der Kohlensäure fanden, so erzielte Stoklasa auch hier normale Zymasespaltung. Der Unterschied in den Resultaten findet durch eine verschiedene Versuchsanordnung seine Erklärung. Nach Stoklasa arbeitet man zweckmäßig mit geschälten Knollen, da nach seinen Erfahrungen sich die ungeschälten schwer sterilisieren lassen. Von den weiteren Pflanzenobjekten, die zur Untersuchung herangezogen wurden, seien noch erwähnt: Die Samen von Lupinus luteus, von Pisum sativum, von Vicia faba, von Hordeum distichum, Triticum vulgare und Daucus Carota.

Eine weitere Anerkennung der Versuche war 1909 in Oppenheimers Fermentwerk zu finden: „Die anaerobe Atmung ist tatsächlich eine Alkoholgärung, bei der natürlich auch CO_2 entsteht."

Heute sind diese damals stark angezweifelten Ergebnisse Allgemeingut der Wissenschaft geworden, so daß Benecke in seinem ausgezeichneten Lehrbuch (1924) schreiben konnte: „Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die spaltenden Enzyme identisch mit der Zymase sind oder wenigstens mit den Enzymen, die bei der Alkoholgärung die ersten Zerspaltungen herbeiführen. Tatsächlich ist die weite Verbreitung der Zymase in höheren Pflanzen nachgewiesen."

Für die Hefegärung ist auch die in gut ernährten Hefen auftretende Selbstgärung charakteristisch. Diese von Stoklasa ebenfalls bei seinem Pflanzenmaterial beobachtete Erscheinung bestätigt den wahren Charakter einer alkoholischen Gärung.

Das Interesse Stoklasas an dem eben skizzierten Stoffwechselvorgang ist niemals erloschen. Erst im vergangenen Jahre erschien von ihm eine große Arbeit, die die alten Resultate an Pflanzenobjekten nicht nur bestätigte, sondern auch erheblich erweiterte.

Besonders interessant ist, daß auch die tierischen Zellen Alkohol und Kohlensäure nach der Gärungsgleichung aus Zucker bilden. Ausgedehnte Versuche wurden mit Muskelzellen, mit Lungen-, Nieren-, Leber- und Herzpräparaten ausgeführt. Aber auch hier handelt es sich nicht nur um eine rein alkoholische Gärung, sondern um eine ebensolche, die von anderen Dissimilationsprozessen begleitet ist, bei denen, wie wir später noch sehen werden, Milchsäure in erheblichen Mengen auftritt.

Es sei nochmal hervorgehoben, daß diese erfolgreichen Stoffwechselversuche nicht mit lebenden Zellen, sondern mit Enzympräparaten ausgeführt wurden. Diese Tatsache hat unsere Anschauungen vom Energiestoffwechsel ungemein gefördert. Die bei diesen Versuchen angewandte Technik lehnt sich an die bekannte Buchnersche Methode an — es werden z. B. Alkohol-Enzymtrockenpräparate hergestellt —, so daß hierzu weiter nichts zu sagen wäre.

Die zweite wichtige Reaktion des anaeroben Stoffwechsels, die in der Natur sehr oft angetroffen wird, ist die Milchsäuregärung, die Stoklasa ebenfalls zu Anfang dieses Jahrhunderts sowohl mit Hilfe von Pflanzen- als auch

mit Tierenzympräparaten realisieren konnte. Dieselben Pflanzenobjekte, wie Rübenwurzel, Kartoffelknolle, Samen von Lupinus luteus, von Pisum sativum, von Vicia faba, von Hordeum distichum, Triticum vulgare, die Alkohol produzierten, geben auch Milchsäure und zwar sowohl bei Gegenwart von Luft als auch von Wasserstoff. Wir finden also Milchsäure- und Alkoholspaltung nebeneinander. Bemerkenswert ist, daß Luftmangel eine Steigerung der Milchsäurebildung hervorruft. Daß im lebenden Muskel Milchsäure entsteht, hatten bereits Berzelius, Liebig und Du Bois-Reymond erkannt. Claude Bernard versuchte, ein glykolytisches Enzym aus dem Muskel zu isolieren, welches seiner Meinung nach die Milchsäurebildung bewirkt, aber erst Stoklasa brachte zum ersten Male und zwar im Jahre 1903 den endgültigen Beweis einer enzymatischen Milchsäurebildung mit Hilfe von tierischem Material. Die Versuche beschränkten sich jetzt nicht nur auf Muskelsubstanz, sondern wurden auf Material aus Lunge und Blut ausgedehnt.

Aber auch hier erschienen die Skeptiker auf dem Plan. Aus dem anderen Lager dagegen hatte der Weitblick C. Oppenheimers die Tragweite dieser Untersuchungen sehr bald erkannt und die Resultate genügend gewürdigt. Die Milchsäurebildung war als eine weitverbreitete energetische Reaktion erkannt worden. Später wurden von Embden, Bierry und Moquet diese Resultate bestätigt, auch O. Meyerhof glykolysierte mit „Muskelextrakt", so daß heute über den enzymatischen Charakter dieser Reaktion nicht mehr der geringste Zweifel herrscht. Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die Herkunft der Milchsäure aus Glukose erwiesen und sie nicht etwa als Sprengstück eines großen Moleküles einer anderen Stoffgruppe zu betrachten ist.

Der Ernst des Stoklasaschen Geistes zeigt sich auch in diesem Forschungsabschnitt. Ihm genügte nicht der einwandfreie Nachweis der Milchsäure als Zinksalz, sondern er isolierte sie auch in größerer Menge als reines Präparat nach der Extraktionsmethode von A. Partheil. So mit waren die letzten Spuren von Zweifel über die Milchsäure zerstreut.

Aber noch ein weiteres wichtiges Resultat wurde bei den umfangreichen Versuchen vor 25 Jahren gefunden, nämlich der aktivierende Einfluß der Phosphorsäure. Wenn auch erst in neuerer Zeit von Embden der Reaktionsmechanismus aufgeklärt und von O. Meyerhof die aktivierende Kraft der Phosphorsäureester näher dargelegt wurde, so ist doch die Wurzel dieser hervorragenden Resultate bei Stoklasa zu suchen.

Es lag im Sinne der Stoffwechselforschung, auch nach anderen Spaltprodukten zu suchen. Stoklasa sagte sich mit Recht, daß die Molekülzertrümmerung nicht bei Alkohol bzw. Milchsäure stehen bleiben müsse, und fand dann auch sehr bald niedere Spaltstücke. Von besonderem Interesse ist der Azetaldehyd, der nach dem Stoklasaschen Schema seine Bildung der Oxydation des Alkohols verdankt. Dieser Stoff steht bekanntlich heute in dem modernen Zellstoffwechsel im Brennpunkt des Interesses (C. Neuberg). Er kann auch aus Milchsäure entstehen und die ebenfalls von Stoklasa aufgefundene Ameisensäure würde für die bekannte Aufspaltung der Milchsäure

$$CH_3 \cdot CH \cdot OH \cdot COOH = CH_3CHO + H \cdot COOH$$

sprechen. Essigsäure wurde von Stoklasa bei derartigen Versuchen zum ersten Male isoliert. Von den gasförmigen Stoffwechselprodukten erregt das Auftreten von Wasserstoff neben Kohlensäure besonderes Interesse, was den Gedanken an eine gewisse Einheit der niederen Lebewesen mit den höheren erweckt.

Aber diese Einheit gilt nur in beschränktem Maße. Der anaerobe Stoffwechsel der Mikroorganismen wird sich einfacher gestalten. Wir werden viele Organismen finden, die in der Hauptsache nur Milchsäure produzieren und solche, die nur Alkohol und Kohlensäure liefern. Diejenigen der niederen Lebewesen, die beide in Frage kommenden Reaktionen ausüben, bilden den Übergang zu den höheren Wesen, deren Zellstoffwechsel sehr vielgestaltig sein kann. Auch Kostytschew erkannte dies schon vor Jahren und lehrte, daß die anaerobe Atmung höherer Pflanzen, obgleich sie zu Alkohol und Kohlensäure führt, nicht eine einfache alkoholische Gärung sei. Nach ihm finden neben der alkoholischen Zuckerspaltung auch andere Dissimilationsprozesse statt, namentlich wenn nicht immer bei Abwesenheit von Sauerstoff gearbeitet wird. Wir haben in Kap. II gesehen, daß Sauerstoff und Sauerstoffmangel den Stoffwechsel im Pasteurschen Sinne beeinflussen können. In manchen Organen werden diese, in anderen jene Dissimilationsprozesse überwiegen, so daß man bei höheren Pflanzen bei Luftmangel oft eine richtige alkoholische Gärung konstatieren kann. Die Stoklasaschen Enzymversuche fanden ja ohne besondere Lüftung statt, so daß hier eine alkoholische Gärung vom heutigen Standpunkt aus als ganz natürliche Reaktion erscheint.

Stoklasa macht sich heute auf Grund seiner 25jährigen Erfahrung folgendes Bild vom anaeroben Stoffwechsel der höheren Pflanzen: Glukose wird zunächst zerlegt in Milchsäure. Dieser Spaltung folgt eine Aufteilung dieser Säure in Kohlensäure und Alkohol, wonach derselbe mit Hilfe von paramagnetischem Eisen zu Azetaldehyd und Essigsäure oxydiert wird. Über Methan erhielt man Ameisensäure, Wasserstoff und Kohlensäure.

Jedoch Stoklasas umfassender Geist klebt nicht an einem Schema und hält andere Bildungsmöglichkeiten der genannten Spaltprodukte nicht für ausgeschlossen. Ja, er vertritt die Ansicht, daß der Kohlehydratumsatz nicht von einem Standpunkt aus betrachtet werden kann. In Kapitel IV werden wir noch Faktoren kennen lernen, die den Stoffwechsel ebenfalls richtunggebend beeinflussen können.

Stoklasas Hauptverdienst ist darin zu erblicken, daß er die schon vor langer Zeit aufgefundenen Zuckerspaltstücke zu einem Bilde des anaeroben Stoffwechsels vereinigte und die Prozesse auf Reaktionen von Enzymen mit Desmolasecharakter, in erster Linie auf Milchsäurespaltung (Glykolyse) und Alkoholgärung zurückführte.

IV.

Ein eigenartiger Ausbau der Stoklasa schen Ergebnisse über den Stoffwechsel ist die überraschende, grundlegende Entdeckung der Beeinflussung der Dissimilationsprozesse durch Strahlen zerfallender Atome.

Stoklasa und Pěnkava beobachteten, daß der Stoffwechsel der Pflanzen- und Tierzellen durch die verschiedenen Radiumstrahlen verschieden beeinflußt wird. Die β und γ-Strahlen wirken so, daß der Milchsäure- und Alkoholgehalt steigt, die Kohlensäureproduktion herabgesetzt wird. Die α-Strahlen hingegen unterstützen die Oxydationsprozesse, besonders bei Gegenwart von Sauerstoff. Demnach muß die Kohlensäurebildung zu-, der Alkoholgehalt und die Milchsäuremenge dagegen abnehmen. Verallgemeinert: die Atmungsintensität der chlorophyllhaltigen als auch der chlorophyllosen Zelle wird durch die α-Strahlen erhöht. Besonders großes Interesse für die Biologie haben die Kaliumstrahlen, da durch sie zum erstenmal eine Erklärung, wenn auch nicht ausreichende, für die Unentbehrlichkeit des Kaliumatoms für die lebende Zelle gegeben werden kann. Die Bedeutung der Phosphate besteht demnach nicht mehr allein darin, daß ein katalysierender Zuckerester gebildet, sondern daß dem Zellsystem auch Strahlungsenergie zugeführt wird.

Wenn man daran denkt, daß die bösartigen Geschwülste nach O. Warburg Milchsäure aus Glukose produzieren und andrerseits die Möglichkeit der Zerstörung dieser Säuren und Aktivierung der Oxydationenreaktionen durch die α-Strahlen ins Auge faßt, so kann man wohl den Stoklasa schen Versuchen, mit Hilfe von Strahlen die Karzinom- und Sarkomzellen im Stoffwechsel in therapeutischer Hinsicht zu beeinflussen, mit gespanntem Interesse entgegensehen.

Über die Beeinflussung des Stoffwechsels durch Strahlen führen Stoklasa und Pěnkava folgendes aus:

„Der primäre Spaltungsstoffwechsel wird durch Einwirkung der Betaelektronen angeregt, während die Sauerstoffatmung bei vollem Zutritt von Sauerstoff durch Alfastrahlen gesteigert wird. Aber diese reduktiven und oxydativen Phasen gehen nur dann vor sich, wenn Kalium und Eisen zugegen sind."

Es scheint, als ob die aus den radioaktiven Metallen entstehende Energie in den Stoffwechsel der lebenden Zelle eingreift. Unklar ist selbstverständlich heute noch der nähere Mechanismus des Vorganges, ob nämlich die Enzyme selbst aktiviert werden oder ob die Strahlen allein die Umsetzungen bewirken. Hier wäre an die Versuche von Euler, Lindberg und Dalström zu erinnern, die durch ultraviolette Strahlen ohne Mitwirkung eines Katalysators Glukose in Milchsäure, und diese zu Alkohol und Kohlensäure zerlegen konnten. Nach den vorliegenden Beobachtungen scheinen die β-Strahlen eine Wirkung ohne Enzyme ausüben zu können. Würde es gelingen, die Transformation der entstehenden Energie nachzuweisen, so könnte man vielleicht die katalytische Kraft mancher Enzymsysteme auf neuartige Weise plausibel machen. Die Stoklasa sche Entdeckung eröffnet ungeheuer große Perspektiven. Nimmt man an, daß Strahlenarten eine ganz andere intramolekulare Verschiebung der Atome in größeren organischen Molekülen herbeiführen können als Enzyme, so sind die in vitro realisierten Enzymreaktionen keine allein mehr maßgebenden Modellreaktionen für die lebende Zelle. Das Zellreaktionsschema muß dann dem

andern Faktor auch Rechnung tragen, wodurch neue Einsichten gewonnen, jedoch auch neue Komplikationen in den Mechanismus hineingetragen werden. Dies erwägend, kann man auch die Spaltung der Milchsäure zu Alkohol und Kohlensäure, die Stoklasas allgemeines, hier schon oft erwähntes Abbauschema fordert aber von echter Hefezymase, wie in III ausgeführt, nicht vollzogen wird, sehr plausibel finden. Und auf eben dieselbe Weise wird sich noch mancher Prozeß entpuppen, sich noch manches verschleierte Bild dem suchenden Auge offenbaren. In Anbetracht der weit verbreiteten Radiumspuren in der Natur sagen Stoklasa und Pěnkava am Schluß ihrer Ausführungen mit Recht: „Unsere Ergebnisse weisen neue Wege zur Erforschung der Bedeutung der Radioaktivität für den gesamten Kraft- und Stoffwechsel in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle und es ist uns, glauben wir, gelungen, klarzulegen, eine wie ungemein wichtige Rolle der Radioaktivität bei der Dissimilation in der ganzen lebenden Natur zukommt."

An der Schöpfung und dem Ausbau des Energie-Stoffwechsels haben die großzügigsten Geister unter den Naturforschern gearbeitet. Zu ihnen gehört auch Julius Stoklasa.

Literatur:

J. Stoklasa, Über die Identität der anaeroben Atmung und alkoholischen Gärung und die Isolierung gärungserregender Enzyme aus der Zelle der höheren Pflanzen und Tiere. V. int. Kongr. f. angew. Chemie, Berlin, 3. Juni 1903. — Stoklasa, Jelinek und Vitek, Der anaerobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung. Hofm. Beiträge III, 460; 1903. — Stoklasa und Czerny, Isolierung des die anaerobe Atmung der Zelle der höher organisierten Pflanzen und Tiere bewirkenden Enzyms. Chem. Ber. 36, 662, 1903. — J. Stoklasa, über die Isolierung der gärungserregenden Enzyme aus den Pflanzenorganen. Zbl. f. Bakt. 2, XIII, 86, 1904. — J. Stoklasa, Alkoholische Gärung im Tierorganismus und die Isolierung gärungserregender Enzyme in Tiergeweben. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 101, 1904. — J. Stoklasa, Über die Atmungsenzyme. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 22, 358, 1904, 1905. — Stoklasa, Ernest und Chovensky, Über die glykolytischen Enzyme im Pflanzenorganismus. Ztschr. f. physiol. Chem. 50, 303, 1907; 156, 1907. Ztschr. f. landw. Versuchswes. Öst. 1907, 817. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 24, 542, 25, 38, 122, 1907. — J. Stoklasa, Über die Radioaktivität des Kaliums und ihre Bedeutung in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle, I. Bioch. Ztschr. 108, H. 1—3, 1920. — J. Stoklasa, Der Mechanismus der physiologischen Wirkung der Radiumemanation und der Radioaktivität des Radiums auf die biochemischen Vorgänge bei dem Wachstumsprozeß der Pflanzen II. Biochem. Ztschr. 108, H. 1—3, 1920. — J. Stoklasa, Die Bedeutung der Radioaktivität des Kaliums bei der Photosynthese, III. Biochem. Ztschr. 108, H. 1—3, 1920. — J. Stoklasa, Sur la réspiration des racines. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 175, 995, 1922, Paris. — J. Stoklasa u. Jos. Pěnkava, La radioactivité des gaz éruptifs du Vesuve et des solfatares de la Campanie et leur influence sur le développement des bactéries et des plantes supérieures. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris 1924, 179, 819. — J. Stoklasa, Comptes rendus de l'Academie des Sciences 174, 1075, 1256, Paris 1922. — J. Stoklasa, Über die Einwirkung des Selens auf den Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanze bei Anwesenheit der Radioaktivität der Luft und des Bodens, Biochem. Ztschr. 130, H. 4—6, 1922. — J. Stoklasa, Über den Einfluß der Radioaktivität auf die Kraft- und Stoffwechselprozesse in der Tier- und Pflanzenzelle. Strahlentherapie XX, 1925; Arch. f. Balneologie und medizinische Klimatologie 1, 1925. — Deutsche med. Wochenschr. 26, 1925. — J. Stoklasa, Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Funktion des Kalis im Pflanzenorganismus. Ztschr. f. d. landw. in Österreich 1908, S. 51—61. —

J. Stoklasa, Über die zuckerabbaufördernde Wirkung des Kaliums. Ein Beitrag zur Kenntnis der alimentären Glukosurie, Ztschr. f. physiol. Chem. 62, H. 1, 1909. — J. Stoklasa, Methoden zur Bestimmung der Exkrete bei der Atmung der Bakterienzelle. Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden v. E. Abderhalden, Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien-Berlin 1910, S. 516. — J. Stoklasa, Über die glukolytischen Enzyme im Pankreas. Ztschr. f. physiol. Chem. 62, H. 1, 1909. — J. Stoklasa, J. Jelinek, T. Czerny, Zentralblatt f. Physiol. 14, H. 25, 1903. — J. Stoklasa, Zentralblatt f. Physiol. 18, H. 25, 1905. — J. Stoklasa, Ztschr. f. physiol. Chem. 26, H. 1, 1909. — J. Stoklasa und J. Pěnkava (unter Mitwirkung von J. Bareš, V. Černý, J. Eger, Felix, M. Strupe und V. Vrbenský.) Über den Chemismus des Zuckerabbaus in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluß der Radioaktivität auf die anaerobe Atmung der Pflanzenorganismen, Chem. d. Zelle und Gewebe XII, 362, 1926. — J. Stoklasa, Die Milchsäure als intermediäres Produkt des anoxybiotischen Kohlehydratumsatzes in der Tierzelle, Biochem. Ztschr. 183, 461, 1927. — J. Stoklasa und E. G. Doerell, Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens, Verlag Parey 1926.

Claude Bernard, Leçons sur la Diabète, S. 328, Paris.
Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie Band I. Jena, Gustav Fischer 1924.
Bierry und Moquet C. r. de la Soc. de biol. 91, 250, 1924; 93, 322, 1925.
Embden, Griesbach und Schmitz, Ztschr. f. physiol. Chem. 93, 1, 1914/15.
Embden, Kalberlah und Engel, Biochem. Ztschr. 45, 45, 1919.
H. v. Euler und P. Lindner, Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. Leipzig Akademische Verlagsgesellschaft 1915.
A. Fick, Myotherm. Unt. q869.
Em. Gulewski und F. Polzeniusz, Extrait du Bull. de l'Académie des Sciences de Cracovie 1901.
H. Haehn und J. Pleser, Dissertation v. J. Pleser, Berlin 1926.
F. Hayduck und H. Haehn, Biochem. Zeitschrift 128, 568, 1922.
R. Höber, Physikalische Chemie der Zelle u. Gewebe.
A. Kanitz in Oppenheimers Handbuch der Biochemie, Bd. II, 1. Aufl.
Helmholtz, Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1882.
A. Kluyver, Chemie der Zelle und Gewebe XIII, 1927.
S. Kostytschew, Ber. Bot. Ges. 25, 188, 1907 und 31, 125, 1913.
Adolf Mayer, Gärungschemie, Heidelberg 1927.
O. Meyerhof und Finkle, Chem. d. Zelle und Gewebe 12, 157, 1925.
O. Meyerhof, Ber. 58, 991, 1925.
O. Meyerhof, Biochem. Zeitschrift 178, 395, 1926.
O. Meyerhof, Biochem. Zeitschrift 162, 43, 1925.
Nernst, Theor. Chem.
C. Neuberg, Biochem. Zeitschrift, Jahrgang 1911—1927.
C. Oppenheimer, Der Mensch als Kraftmaschine, Leipzig, Georg Thieme 1921.
C. Oppenheimer, Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere, Jena, Gustav Fischer, 1925.
C. Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkung, Leipzig, Georg Thieme.
Wilhelm Ostwald, Allgemeine Chemie.
Louis Pasteur, Etudes sur la bière, Paris 1876.
M. Planck, Thermodynamik; M. Planck, Physikalische Rundblicke, Leipzig 1922.
C. Wachtel, Arch. ges. Phys. 171. 66, 1918.
O. Warburg, Über den Stoffwechsel der Tumoren, Berlin 1926.
N. Zunz, in Oppenheimers Handbuch d. Biochemie Bd. VI. 2. Aufl.
H. Zwaardemaker, Asher-Spiro Erg. Phys. IV, 423, 1905 u. V, 108, 1906.

Die Bedeutung Stoklasas für die Ideenentwicklung der landwirtschaftlichen Wissenschaften und des landwirtschaftlichen Versuchswesens bei uns.

Von Dr. Jaroslav Kříženecký,
Dozent an der Hochschule für Bodenkultur in Brno (Brünn).

(Vorgetragen bei der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes von Prof. Dr. Jul. Stoklasa)

Es könnte überflüssig erscheinen, daß ich nach all dem, was wir über Stoklasas Lebenswerk in den einzelnen Fächern der landwirtschaftlichen Disziplinen vernommen haben, mich noch besonders darüber verbreiten will, wie er durch seine Ideen auf die Entwicklung der landwirtschaftlichen Wissenszweige eingewirkt hat. Denn es ist eine altbekannte Wahrheit, daß Beispiele anreizend wirken, daß der beste Lehrer derjenige ist, der selbst arbeitet, und daß er am meisten dadurch wirkt, daß er selbst so gearbeitet hat, daß die anderen nach dem bekannten psychologischen Gesetze von der Sympathie genötigt werden, mit ihm zu arbeiten. Wie Stoklasa gearbeitet hat, daß er gut und fruchtbar gearbeitet hat, das haben wir soeben gehört; durch seine Arbeit hat also Stoklasa zweifellos gedanklich sehr fruchtbar gewirkt: so hat er als Professor im Rahmen der Hochschule gewirkt, so hat er im Rahmen der wissenschaftlichen Laboratorien gewirkt, so an der Entwicklung des Schulwesens und an der Entwicklung des landwirtschaftlichen Versuchswesens gearbeitet.

Aber dennoch ist es nicht nur möglich, sondern auch notwendig, über dieses Wirken Stoklasas noch besonders einige Worte zu sagen. Es handelt sich mir sozusagen um die Erfassung des Geistes, in dem Stoklasa tätig war; nicht etwa darum, durch welche konkrete Taten er dies oder jenes verwirklicht hat — ich denke hierbei an die Institutionen, die wir besitzen — sondern es handelt sich mir um den inneren Geist der Tätigkeit und der Erscheinung Stoklasas; denn dieser ist es, der schließlich das Wichtigste und, allgemein menschlich genommen, das Wertvollste an der menschlichen Arbeit darstellt. Werden doch auf dem Gebiete der Arbeit selbst die alten Wahrheiten fortwährend überwunden und neue gefunden, alte Institutionen mit der Zeit durch neue ersetzt. Was aber unerschüttert bleibt, das ist die Erscheinung des Menschen und die Fruchtbarkeit seiner Existenz im abstraktesten Sinne des Wortes; in dem Sinne nämlich, daß hier jemand war, der die Welt bewegt hat, daß hier jemand war, durch den diese Welt größer und besser geworden ist.

Vielleicht würde es genügen, wenn ich nur einzelne Taten Stoklasas aufzählen, wenn ich auf einzelne Einrichtungen hinweisen würde, auf deren Or-

ganisation Stoklasa einen leitenden Einfluß geübt hat, oder wenn ich jene große Reihe von Schülern nennen würde, die aus seinem Institute hervorgegangen sind, vielleicht würde dies genügen, um klarzulegen, was er war und worauf die Bewegung abzielte, die er hervorrief. Es ist wohl überflüssig, in dieser Versammlung an Stoklasas Anteil an der Gründung einer unserer landwirtschaftlichen Forschungsanstalten zu erinnern, an die Gründung der Versuchsstation für Zuckerindustrie, an welcher er sich als Mitarbeiter des verstorbenen Hofrates Preis beteiligt hat; oder daran zu erinnern, daß Stoklasa es war, der den ersten landwirtschaftlichen Hochschulunterricht bei uns geschaffen hat; ich brauche auch nicht besonders daran zu erinnern, daß die Geschichte diejenigen, die es nicht wissen wollen, darüber belehren wird, daß, wenn Stoklasa nicht gewesen wäre, es keine landwirtschaftliche Abteilung bei der Technischen Hochschule in Prag gäbe. Ebenso brauche ich nicht daran zu erinnern, daß Stoklasa an unseren landwirtschaftlichen Disziplinen auch in dieser Weise gearbeitet hat, daß er im Rahmen des alten Österreich organisatorisch und literarisch intensiv tätig war, indem er eine eigene Zeitschrift für landwirtschaftliches Versuchswesen begründete und in verschiedenen Kommissionen und dgl. tätig war; oder daß Stoklasas Tätigkeit befruchtend auch dadurch gewirkt hat, daß sie auf unsere eigenen Reihen zurückgewirkt hat, daß sie unserer Arbeit zweifellos eine Stütze bot, und daß sie sicherlich die Anerkennung unserer Arbeit unterstützte. Endlich möchte ich auch daran erinnern, in welcher Weise sich Stoklasa an der Organisation des landwirtschaftlichen Versuchswesens in der Tschechoslowakischen Republik beteiligt hat. Unter die letzten großen Taten Stoklasas auf dem Gebiete der Organisation und des Aufbaues zählt auch seine Mitbeteiligung an der Gründung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft; schon vor dem Kriege hatte Stoklasa (im Vereine mit Professor Dr. Erben) den Antrag auf Errichtung derselben gestellt und nur der Ungunst der Zeit war es zuzuschreiben, daß die Verwirklichung seines Antrages auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden mußte.

Aber wie ich schon gesagt habe: dies sind nur die äußeren Manifestationen jener inneren Aktivität, jenes inneren Geistes der Individualität Stoklasas, mit welchen er sich in die Geschichte unserer landwirtschaftlichen Wissenschaft für immerwährende Zeiten eingetragen hat. Eigentlich nicht nur in die Geschichte der landwirtschaftlich-wissenschaftlichen Forschung; denn, wenn auch der einzelne fruchtbar nur im Rahmen irgendeines Faches oder in irgendeiner Wissenschaft wirkt, er wird letzten Endes ein Muster für die wissenschaftliche Forschung überhaupt, er wird als Kulturerscheinung Gemeinbesitz der Bildung.

Für die Persönlichkeit Stoklasas ist es charakteristisch, daß wir, trotzdem er in der eigenen Wissenschaft und in der Organisation der wissenschaftlichen Forschung und der Institute so intensiv tätig war, in seiner literarischen Tätigkeit nicht viele Äußerungen hierüber vorfinden. Stoklasa hat zwar über verschiedene Angelegenheiten geschrieben, die die wissenschaftliche Organisation betreffen; aber im Verhältnisse zu seiner gesamten literarischen Tätigkeit war dies nur ein verschwindender Bruchteil. Im Jahre 1908 hat er die kleine Schrift „Die landwirtschaftliche Volkshochschule" veröffentlicht; im

darauffolgenden Jahre hielt er über das Programm des landwirtschaftlichen Unterrichtes an den Hochschulen in einer Versammlung von Universitätsprofessoren und Professoren landwirtschaftlicher Lehranstalten in Belgrad einen Vortrag; im nächsten Jahre, 1910, erstattete er ein Referat auf dem internationalen Kongresse der technischen Hochschulen in Brüssel über die Frage der besten Organisation der Versuchsübungen im Zusammenhange mit den theoretischen Vorlesungen, und im Jahre 1918 schrieb er über das Programm der Organisation des landwirtschaftlichen Versuchswesens in Mähren.

Vergleichen wir jedoch die eben aufgezählten literarischen Arbeiten über die Organisation der wissenschaftlichen, erzieherischen und Versuchsarbeit mit seiner gesamten literarischen Tätigkeit, so müssen wir sagen, daß sie darin fast verloren gehen.

Stoklasa gehört zu jenen Menschen, welche nicht durch Worte, Winke und Anleitungen unmittelbar erzieherisch wirken, sondern welche d u r c h d a s B e i s p i e l wirken. Ich glaube, den Charakter der Wirksamkeit Stoklasas am besten kennzeichnen zu können, wenn Sie mir gestatten, meine Erlebnisse als ehemaliger Hörer Stoklasas zu schildern. Ich bin der Meinung, daß mir viele Kollegen darin beistimmen werden, daß das, was ich sagen werde, nicht nur meine, sondern daß es die persönlichen Eindrücke der Mehrzahl seiner Hörer an der Hochschule waren. Der Herr Professor wird mir verzeihen, wenn ich sage, daß er, wenn an den Hochschulen Inspektoren wären wie an den anderen Schulen, welche die Vorlesungen behufs Klassifikation der Professoren besuchen würden, vielleicht nicht das beste Lob erhalten hätte. Stoklasas Vorlesungen waren nie lehrhaften Charakters. Sie waren es weder in positivem, noch in negativem Sinne. Wenn ich meine Eindrücke über die Vorlesungen Stoklasas aufrichtig wiedergeben soll, so möchte ich sagen, daß Stoklasas Vorlesungen mehr Improvisationen waren, und zwar in meritorischer Hinsicht noch dazu ziemlich unvollständige Improvisationen (eben deshalb hätte der Herr Professor den Herrn Inspektor wahrscheinlich wenig befriedigt). Ich habe dies bald erkannt. Ich habe erkannt, daß, wenn wir unsere Erkenntnisse auf dasjenige beschränkt hätten, was uns Stoklasa wirklich in seinen Vorlesungen sagte, wir in der Agrochemie oder in der Pflanzenproduktion vielleicht nicht genügende Kenntnisse erworben hätten.

Aber Stoklasas Vorlesungen waren derart, daß man nachher direkt gezwungen war, nach Büchern zu suchen, in denen man Belehrung über dieses großartige Reich der Tier- und Pflanzenzelle finden würde, von dem uns Stoklasa zu erzählen begonnen hatte. Und dabei war Stoklasas Vortrag immer gehörig persönlich stilisiert, und das schätze ich heute an seinen Vorträgen am meisten. Stoklasa sagte nicht das, was ist, das, was gilt, das, was in den Lehrbüchern gelehrt wird, sondern Stoklasa sagte, wie er sich dies und jenes denke, wie er darauf gekommen sei und wie er es gefunden habe. Und häufig hob er geradewegs hervor: Ich habe recht und derjenige, welcher etwas anderes sagt, hat unrecht. Dabei trugen seine Erklärungen oft die Spuren der eben absolvierten Lektüre, der Versuche, an denen er gerade arbeitete, und nicht selten trug er uns neue Gedanken vor, die soeben in seinem Geiste im Werden waren. Aber gerade dadurch erschien uns die Wissenschaft in all ihrer Lebendigkeit,

und wir erkannten, daß die Wissenschaft nicht etwas ist, das gleich den zehn Geboten unverwischbar in den Stein der Ewigkeit gemeißelt ist, sondern daß sie eine Reihe von Erkenntnissen bestimmter Menschen ist, daß sie eine Reihe von Anschauungen einzelner Personen ist, daß sie eine Reihe von Erkenntnissen ist, denen alle menschlichen Unvollkommenheiten anhaften; daß sie zugleich jedoch ein Reich ist, in das einem jeden der Eintritt frei steht, der arbeiten will und kann, daß jeder in die Wissenschaft Einblick nehmen kann, und daß Wissenschaft nicht das allein ist, was in den Büchern steht, sondern daß sie eine Reihe von Anschauungen wissenschaftlich arbeitender Personen ist, daß sie einfach ein Entdecktes ist, etwas, was der Mensch geschaffen hat. Aber wir erkannten auch, wie diese Wissenschaft geschaffen wird, und das lernten wir durch den unmittelbaren Einblick in die Werkstatt des Gelehrten kennen. Stoklasa hat uns zu Zeugen der schöpferischen wissenschaftlichen Arbeit gemacht. Und dieser Umstand sollte seine große Wirkung üben. Die unmittelbare Berührung mit der lebendigen, schöpferischen Wissenschaft rief nicht nur die Fähigkeit, sondern auch den Willen wach, und zwar den Willen zu eigener wissenschaftlicher Arbeit, zu eigenen Studien, zur Aufsuchung eigener Erkenntnisse, Anschauungen und Vermutungen, den Willen, zu dieser schöpferischen wissenschaftlichen Arbeit beizutragen und sich an ihr zu beteiligen.

Ich möchte das, was ich eben gesagt habe, mit einem Worte zusammenfassen, welches — wenn wir uns nicht alles dessen, was darin liegt, bewußt sind — schlechthin etwa flach klingen mag: S t o k l a s a h a t u n s im weitesten Sinne des Wortes z u r w i s s e n s c h a f t l i c h e n A r b e i t i n s p i r i e r t. Ich weiß nicht, ob er es wollte oder nicht wollte, sicher ist jedoch, daß er es getan hat.

Ich meine, daß in dieser Seite der Lehrtätigkeit Stoklasas sein größter Einfluß auf die Entwicklung der landwirtschaftlichen Wissenszweige bei uns beruht. Denn wir sehen, daß fast alle wissenschaftlichen Mitarbeiter der Landwirtschaft, auf welchem Gebiete es auch sein möge, mehr oder weniger direkte Schüler Stoklasas sind, und gerade von denjenigen, welche heute bei uns als die Bedeutendsten gelten wollen und welche jetzt unser landwirtschaftliches Hochschulwesen repräsentieren, kann gesagt werden, daß sie zumeist Stoklasas Schüler sind, und daß Stoklasa sie geschaffen hat.

Das, was ich über die Einwirkung Stoklasas als Professor auf seine Schüler im schulmäßigen Sinne des Wortes gesagt habe, gilt auch von Stoklasas allgemeiner Tätigkeit außerhalb des Rahmens der Schule und außerhalb des Rahmens der Forschungsanstalten. Wo immer Stoklasa auftrat, da entflammte er. Das ist kein Wort der Übertreibung, das ich vielleicht nur bei dieser festlichen Gelegenheit anwenden will. Ich bedenke wohl, warum ich dieses Wort gebrauche, denn es gibt Beispiele, welche anreizen, und Beispiele, welche entflammen. Gewiß haben Beispiele, welche entflammen, ihre Schattenseiten. Der, welcher entflammt wird, vergißt, daß er nicht bloß nachahmen soll, sondern daß er vor allem sich selbst suchen muß. Auch unter den Schülern Stoklasas gab es einige, die nur durch seine unmittelbare Einwirkung entflammt wurden und die, wenn die Umstände sie von seiner unmittelbaren Einflußnahme entfernten, ihren eigenen fruchtbaren wissenschaftlichen Charakter nicht zu finden

vermochten. Diesen Umstand wird man gut in Erwägung ziehen müssen, wenn man einmal im Rahmen der Geschichte unserer landwirtschaftlichen Wissenschaft die Tätigkeit einzelner Personen in einem größeren Abstande würdigen wird, als wir es zu tun vermögen, und man wird sich dessen gerade bei der Beurteilung des Einflusses, den die Individualität Stoklasas geübt hat, bewußt sein müssen.

Zum Schluß will ich noch auf einen Umstand aufmerksam machen, den ich für sehr wichtig halte. Das Wort „wissenschaftliche Arbeit" ist ein mehrdeutiges Wort, das sich mißbrauchen läßt. Es handelt sich darum, wie diese wissenschaftliche Arbeit beschaffen war, für welche Stoklasa ein Beispiel gab, und welches die wissenschaftliche Arbeit war, die Stoklasa inspiriert hat. Gerade bei den landwirtschaftlichen Wissenszweigen wird das Wort „wissenschaftliche Arbeit" häufig unrichtig und oft mißbräuchlich angewendet. Das dringende Bedürfnis des Menschen, landwirtschaftliche Produkte zu erzeugen, hat dazu geführt, daß der Mensch nicht warten konnte, bis die biologischen Fachdisziplinen ihm die notwendigen Voraussetzungen und Anleitungen lieferten, sondern daß er selbst auf dem Wege empirischer Erkenntnisse suchen und durch die Praxis lernen mußte. So wurde im Laufe vieler Jahrhunderts eine Menge rein empirischer Kenntnisse ziemlich abstrakter Natur gesammelt. Diese empirischen Erkenntnisse stehen in einem gewissen Widerspruche zur wissenschaftlichen Forschung der theoretischen Disziplinen, welche, nach streng kritisch-wissenschaftlichen Methoden arbeitend, in ihren Nutzwirkungen häufig das nicht erreichen, was der Empirismus gewährt hat. So kommt es, daß der wissenschaftlichen Arbeit häufig mit einer gewissen Skepsis begegnet wird, und daß der Mensch, der nach einem schnellen Erfolge verlangt, wie ihn auch die Praxis der landwirtschaftlichen Produktion erfordert, dazu verleitet wird, sich lieber denjenigen Methoden zuzuwenden, welche von jenen empirischen Kenntnissen geliefert worden sind. Mit anderen Worten möchte ich sagen: Die Wissenschaft hinkt oft der Zeit nach oder sagt nur in anderer Form das, was im Wesen die Praxis schon längst gekannt hat. In einer solchen Lage ist es nur sehr schwer zu erreichen, die Verhältnisse derart zu beherrschen, daß die Wissenschaft nicht zum Schaden der Praxis überflüssig wird, in dem Sinne nämlich, daß sie mit ihren Methoden einfach beiseite geschoben wird. Die Strenge der wissenschaftlichen Methoden in solchen kritischen Situationen geltend machen zu können und dabei denjenigen, die uns kritisieren, zeigen zu können, daß die Wissenschaft nicht überflüssig ist, wenn sie auch keinen Augenblickseffekt bietet: das erfordert einen starken Menschen, einen Menschen, der wahrhaft an die Wissenschaft glaubt und in Wahrheit durch die Wissenschaft lebt! Das will sagen, daß er es zu bewerkstelligen versteht, das Recht aller Kritik und aller wissenschaftlichen Zurückhaltung gegenüber Augenblickserfolgen zu behaupten, um eine wirklich sichere wissenschaftliche Erkenntnis zu erlangen und nicht dem Effektivismus zu verfallen, zu welchem manchmal der sogenannte praktische, augenblickliche Erfolg verführt.

Auch in dieser Hinsicht war uns Stoklasa ein großes Vorbild. Stoklasa hat es ohne Kompromiß zuwege gebracht, auf der Unterlage der Methodik und der Begriffssprache der theoretischen Disziplinen zu stehen. Wenn Wissen-

schaft, dann Wissenschaft — oder nichts. Das Ziel, auf das seine Wissenschaft gerichtet war, hatte Stoklasa im Dienste der landwirtschaftlichen Produktion stets im Auge; aber niemals ließ er sich abspenstig machen, von dem Boden streng wissenschaftlicher Arbeit abzuweichen, welche in ihren Methoden identisch war mit der exaktesten wissenschaftlichen Methode. Auch in dieser Hinsicht war uns Stoklasa ein richtunggebendes Vorbild: ein Vorbild dafür, daß sich die Praxis und die praktischen Interessen mit dem Charakter einer wahrhaft wissenschaftlichen Forschungsarbeit vereinbaren lassen und daß sie vereinbart werden müssen. Wir haben auch gehört, daß Stoklasa nicht nur als großer landwirtschaftlicher Forscher im engeren Sinne des Wortes gilt, sondern daß er auch ein großer theoretischer Biochemiker und Physiologe ist.

Stoklasa hat also zur Arbeit inspiriert; er hat Generationen, die sich unter seiner Leitung entwickelt haben, in die wissenschaftliche Arbeit eingeführt; und er hat ihrer Arbeit auch das Muster und den richtigen Inhalt gegeben. Stoklasas Persönlichkeit könnte keine größere Ehrung widerfahren, als wenn d i e s e r G e i s t in unseren landwirtschaftlichen Wissenszweigen siegen und in ihnen fortdauern würde.

Wir, die wir uns als seine Schüler bekennen, versprechen ihm, diesem Geiste, solange unsere Kräfte reichen, treu bleiben zu wollen.

Prof. Dr. Julius Stoklasa als Grűnder einer Kunstdüngerfabrik und technischer Chemiker.

Ing. Basil Macalik, Direktor der höheren landwirtschaftlichen Lehranstalt in Přerov in Mähren.

In den 90er Jahren des verflossenen Jahrhunderts hat sich im Verhältnis zu den vorhergehenden Jahrzehnten ein bedeutendes Ansteigen des Verbrauches von künstlichen Düngemitteln und zwar namentlich der Superphosphate bemerkbar gemacht. Hunderte Waggonladungen Kunstdünger sind in die Hannaebene eingeführt worden und zwar aus dem Auslande aus den Larischen Fabriken

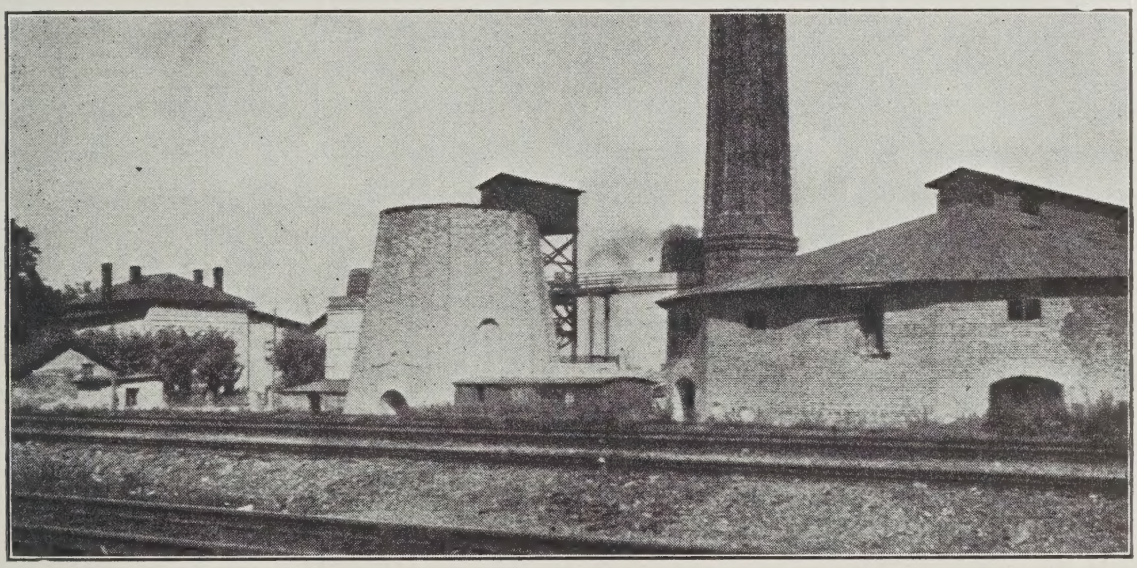


Abb. 1. Kalköfen der Kunstdüngerfabrik in Přerov in Mähren.

in Petrowitz, aber nicht direkt, sondern meist durch Vermittlung von Handelsfirmen, die aber nicht immer reell vorgegangen sind, so daß die Bauern mit der Qualität nicht zufrieden waren. Das war der Grund, daß einmal in einer Generalversammlung des Prerauer und Kojeteiner Vereins das Wort gefallen ist: „Errichten wir in Prerau unsere eigene bäuerliche Kunstdüngerfabrik."

Mit dieser Frage haben sich besonders der verdienstvolle Präsident des mährischen Landeskulturrates Dr. hon. caus. Rozkošný, weiter Direktor Adamec und Prof. Macalik beschäftigt. — Sie wandten sich diesbezüglich an Dr. Stoklasa damals Inspektor der chemischen Fabrik in Peček und Dozent der technischen Hochschule in Prag. Seine Arbeiten über Superphosphate hatten ihn bereits damals in wissenschaftlichen Kreisen berühmt gemacht. Dr. Stoklasa wurde im Jahre 1894 zu einem Informationsvortrag in eine Versammlung der Landwirte aus dem gesamten Hannagebiete eingeladen. Stoklasa hatte ein Exposé aus-

gearbeitet, in welchem der ganze erforderliche Aufwand für das Unternehmen, sowie dessen Rentabilität berechnet waren und in dem er in markanter Weise die Bedeutung dieser Gründung für den Fortschritt der mährischen Landwirtschaft illustrierte. Sein Vortrag war so überzeugend, daß man sich entschloß, in Přerov eine bäuerliche Kunstdüngerfabrik zu errichten. Es bildete sich sofort ein Komitee, in dem die oben erwähnten Herren vertreten waren und welches sich die Aufgabe stellte, sobald als möglich die Fabrik ins Leben zu rufen, um dem gesamten Hannagebiete die nötigen Düngemittel, bzw. Superphosphate zur Verfügung stellen zu können.

Dr. Stoklasa wurde beauftragt, die Kostenüberschläge und Pläne zusammenzustellen und zwar sollte eine Fabrik von mittlerer Produktion angelegt werden, die dem Bedarfe von Nord-Mähren entspräche. Dr. Stoklasa setzte sich mit dem Architekten Štěrba aus Karlin in Verbindung und es wurden die Pläne für die Schwefelsäurefabrik, also Bleikammern, weiter für die Salpeter- und Superphosphat-

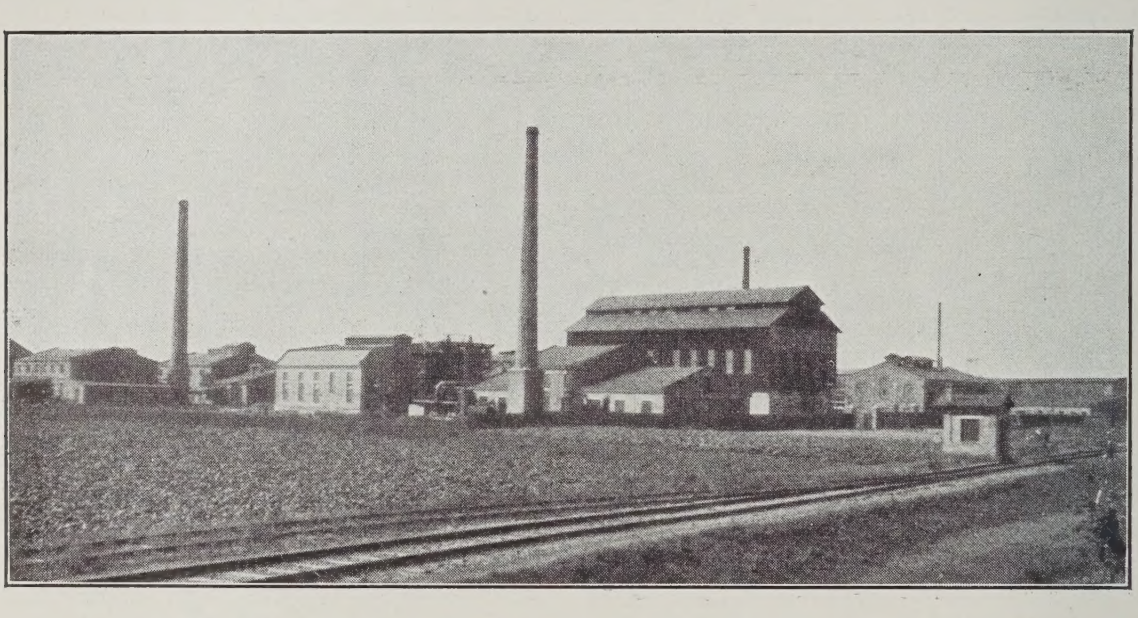


Abb. 2. Kunstdüngerfabrik in Přerov in Mähren.

fabrik augearbeitet. Die Vorschläge wurden genehmigt, in kurzer Zeit wurden alle Aktien gezeichnet, so daß Stoklasa im Jahre 1895 mit dem Bau der Fabrik beginnen konnte. Als Hilfe stand ihm bloß ein Monteur aus der Fabrik in Peček zur Seite. Trotz der Hindernisse, welche auch anderswo dem Bau einer chemischen Fabrik entgegengestellt werden, schritt der Bau schnell vorwärts und dank der modernen Erfahrungen und neuen Errungenschaften Stoklasas konnte die Fabrik im Jahre 1896 in Betrieb gesetzt werden und mit vollem Erfolge ihre Tätigkeit beginnen. Als damaliger Sekretär des Gründungsausschusses kann ich verraten, daß sich zahlreiche Praktiker fanden, welche die Eignung Stoklasas zum Bau und zur Inbetriebsetzung dieser Fabrik bezweifelten. Selbst der Gründungsausschuß wurde überrascht, daß das Unternehmen vom ersten Tage an ganz exakt funktionierte und, ohne die üblichen Kinderkrankheiten durchzumachen, sich weiter entwickelte. S t o k l a s a ist ein Beispiel dafür, daß auch ein Wissenschaftler imstande sein kann, nicht nur eine Fabrik zu begründen, sondern auch den Betrieb tadellos zu leiten. Es treten keinerlei Störungen ein,

die Fabrik arbeitete zur vollsten Zufriedenheit und die Ware fand bei den Landwirten größten Anklang, so daß schon im ersten Jahre 6% Dividende ausgezahlt werden konnte.

S t o k l a s a hat durch diese Gründung den Beweis geliefert, daß er die gesamte Manipulation der Schwefelsäure und Superphosphatfabrikation vollkommen beherrscht. Er hat auch die Kalkulationsbücher zusammengestellt, das Personal eingeführt, die Betriebsbeamten eingearbeitet, die Laboratorien eingerichtet usw., so daß die Fabrik auf den modernsten Grundlagen beruhte.

Unter fachmännischer Leitung des Oberdirektors Ing. Mrkvička entwickelte sich die Fabrik zu den größten Unternehmungen in der Tschechoslovakischen Republik. Im Text sehen wir die Fabrik samt den Kalköfen abgebildet. Im verflossenen Jahre hat diese Fabrik erzeugt:

14 359 Tonnen Superphosphat aus Mineralphosphaten
2 644 Tonnen Superphosphat aus Knochen
149 Tonnen Superphosphat aus Spodium
1 845 Tonnen von aufgeschlossenem Knochenmehl
255 Tonnen Mischdünger
408 Tonnen Ledermehl
408 Tonnen entfetteter Wollabfälle zu Düngungszwecken.

Im ganzen 20 068 Tonnen diverser Düngemittel. An Schwefelsäure hat sie 19 800 Tonnen produziert, davon 13 200 Tonnen zur Herstellung von Superphosphaten, der Rest wurde an verschiedene Industrieunternehmungen verkauft und zwar:

3550 Tonnen Schwefelsäure von 50°
904 Tonnen Schwefelsäure von 92°
850 Tonnen Schwefelsäure von 96°.

In der Abteilung für Fettextraktion wurde erzeugt:

281 Tonnen 821 kg Sonnenblumenöl zu Speisezwecken
388 Tonnen 881 kg Leinöl und Leinfirnisse
80 Tonnen 475 kg Rüböl.

also 751 Tonnen 177 kg von diversen Ölsorten außerdem:

39 Tonnen 893 kg Lederfett
29 Tonnen 111 kg Fett aus extrahierter Wolle
20 Tonnen 868 kg Fettsäuren

89 Tonnen 872 kg an diversen Fetten

ferner:

578 Tonnen 150 kg Sonnenblumenschrot
895 Tonnen 620 kg Leinschrot
329 Tonnen 906 kg Rapsschrot

1767 Tonnen 676 kg an diversen Kraftfuttermitteln.

Die Kunstdüngerfabrik hat außerdem in den Kalköfen und Kalksteinbrüchen erzeugt:

9035 Tonnen Stückkalk
1168 Tonnen Düngerkalk

10 203 Tonnen Gesamtkalk,

außerdem:

9479 Tonnen Kalkstein zur Saturation für Zuckerfabriken
4561 Tonnen Schotter zur Schotterung von Straßen.

Nun ist die Fabrik so beschäftigt, daß man zur Erweiterung der Fabriksobjekte wird schreiten müssen; ohne die Grundlagen Stoklasas wäre dieser Aufschwung nicht möglich.

Dr. Stoklasa betätigte sich auch mit vollem Erfolge anfangs als Chemiker und später als Inspektor der chemischen Fabrik in Peček. Er hat in Böhmen als erster die Phosphorsäure-Darstellung im großen eingerichtet, weiter hat er bei uns die Fabrikation der Superphosphate auf den maschinellen Betrieb umgestellt an Stelle des früheren Verfahrens mit Holzbottichen, da letzterer für die mineralischen Phosphate nicht mehr haltbar war, denn die sich dabei entwickelten Fluorverbindungen schädigen den menschlichen Organismus in erheblichem Maße. Weiter war er auch einer der ersten, welcher bei uns die Konzentration der Schwefelsäure in Platinapparaten durchgeführt hat.

S t o k l a s a hat die ganze Zusammensetzung der Superphosphate klargelegt, die einzelnen Monophosphate des Magnesiums, Kalziums, Eisens usw. isoliert und ihre physiologischen Eigenschaften, sowie ihr Verhalten im Boden studiert. Mit großem Fleiße und unermüdlicher Ausdauer widmete er sich dem Studium bezüglich der Bedeutung, die der Phosphor neben Stickstoff, Kalium und Kalzium im Pflanzenorganismus besitzt. Besondere Aufmerksamkeit sehenkte er der Knochenverarbeitung und beteiligte sich auch an der Einführung der Fettextraktion der Knochen durch Benzin. Durch seine Verdienste wurden die Knochen nach ganz modernen Systemen verarbeitet. S t o k l a s a beschäftigte sich als erster mit dem Studium und den Analysen des Knochenmehls und zwar des Roh- und entleimten Knochenmehls. Er hat auch Düngungsversuche mit den verschiedenartigen Knochenmehlen ausgeführt und darauf hingewiesen, daß die Mißerfolge bei der Düngung mit Knochenmehl darauf zurückzuführen sind, daß die Knochenmehle bei der üblichen Knochenverarbeitung sehr fettreich sind. Aus dieser kurzen Skizze ist ersichtlich, daß Stoklasa schon in jüngeren Jahren in der Praxis führend tätig war und ganz moderne Fragen der Technik studierte und in die Tat umsetzte. Er konstatierte bei seinen Düngungsversuchen, daß gut entfettete Knochenmehle ein vorzügliches Düngungsmittel besonders für Winterfrucht und Obstbäume sind.

Die Bedeutung der Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete der Pflanzenbiochemie.[1])

Von Dr. Leon Marchlewski.
Professor an der Jagiellon-Universität in Krakau.

(Vorgetragen bei der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes von Prof. Dr. Jul. Stoklasa).

Mit wahrhafter Freude und mit Dank habe ich die Einladung angenommen, mich an der heutigen Feier zu beteiligen. Dank dieser Einladung vermag ich dem unermüdlichen, fruchtbaren Arbeiter meine Huldigung darzubringen, welcher der ganzen Menschheit durch seine Arbeit unschätzbare Dienste geleistet hat, unschätzbare Dienste dadurch, daß er die Naturwissenschaft in der Landwirtschaft zur Anwendung gebracht hat, in jenem Produktionszweige, der trotz der schnell wechselnden Stimmungen und Passionen nicht nur für uns alle die dauernde Grundlage bleibt, sondern uns auch mit einem unter den Erscheinungen des modernen Lebens so seltenen Hauche von Poesie beglückt.

Meine Aufgabe soll eine Würdigung der Arbeiten des hochverehrten Jubilars auf dem Gebiete der Biochemie der Pflanzen sein. Da muß ich allerdings zugeben, daß in einem so kurzen Referate, wie ich es mir gestatten darf, ein treues, erschöpfendes Bild seiner reichen Tätigkeit nicht geboten werden kann. Darum werde ich versuchen, wenigstens die hervorstechendsten Momente zu erfassen.

Die Biochemie ist eine wagemutige Wissenschaft, die nach der Lösung von Problemen strebt, von denen man von vornherein nur ein leidiges „Ignorabimus" sagen kann, eine Wissenschaft, die sich mit der unmittelbar in das Wesen des Lebens eindringenden Forschung beschäftigt, und die den Glauben hat, daß sie wenn sie auch dieses Wesen nicht zu erklären vermag, wenigstens ergründet wird, auf welchen physischen und chemischen Bedingungen es beruht.

Da ist es denn auf diesem Gebiete zweifellos eine Kardinalfrage, in welcher Weise die Assimilation des Kohlenstoffs in den Organen verläuft, und welches die wirksamen Kräfte sind, welche die Assimilation ermöglichen.

Eine von den letzteren ist, wie allgemein bekannt, das Pflanzengrün oder Chlorophyll, und ich bin mir mit besonderer Freude der Tatsache bewußt, daß ich auf dem Gebiete der Erforschung des Chemismus dieses Grundfaktors dem hochverehrten Jubilar auf dem gleichen Wege begegnet bin, obwohl unsere Forschungen von verschiedenen Gesichtspunkten ausgingen, wie sie die Verschiedenheit der Anschauungen über dieses Problem diktiert hat. Während ich als Chemiker von Beruf bemüht war, mit Hilfe des Abbaus des Chlorophyll

[1]) Übersetzt aus dem Polnischen.

die ersten Merkmale seiner Zugehörigkeit zu einer gewissen, uns konkret bekannten Substanz beizulegen, strebte der verehrte Jubilar als Pflanzenphysiolog darnach, ein möglichst unverändertes Chlorophyll zu ermitteln, ein solches, wie es sich wirklich in der Pflanze findet, um durch die Erforschung seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften seine physiologische Aufgabe zu erkennen. Das Problem der Isolierung des Chlorophylls in reinem Zustand ist ein ungewöhnlich schwieriges, denn es ist so empfindlich, daß es in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Eingriffe, welche der Chemiker in seinem Laboratorium anwendet, nicht verträgt. Obwohl nun die Methode der Aussonderung des Chlorophylls in unverändertem Zustande bereits bekannt ist, läßt sich doch auch heute noch nur schwer ein Urteil darüber abgeben, ob das Problem zur Gänze gelöst ist, besonders, wenn wir in den Ergebnissen der einzelnen Forscher so beträchtliche Widersprüche finden.

Zu den Forschern, welche zuerst Präparate, die auf einer genaueren analytischen Forschung beruhten, in Händen hatten, ist unstreitig Dr. Julius S t o k l a s a zu zählen, welcher abweichend von anderen ein Produkt erzielte, das auf Grund seines physikalischen Verhaltens bereits den Anspruch erheben konnte, als reines Präparat angesehen zu werden.

Die Untersuchung dieses Produktes lieferte das bedeutsame Ergebnis, daß es stets eine beträchtliche Menge von Kalium und Phosphor enthielt. Andere Forscher fanden diese Elemente nicht, denn sie operierten mit Kristallpräparaten, und es entsteht die Frage, ob jene kristallinischen Produkte als Chlorophyll oder nur als Bruchteil eines größeren, allerdings sehr labilen Komplexes betrachtet werden können, in welchem der farblose Komponent, der ebenso Kali wie Phosphor in einer Kombination, in irgendeiner organischen Zusammensetzung enthält, etwa einen Bestandteil bildet. Besonders die Feststellung des Kalis im Grün bildet die Grundlage des festen Ausgangspunktes Stoklasas bei der Untersuchung des Assimilationsprozesses, auf welchen ich noch zurückkommen werde, während ich einstweilen nur hervorhebe, daß Stoklasa bei der Prüfung seines Präparates die Tatsache feststellte, welche auch ich oft beobachtet habe, daß das Chlorophyll neben den charakteristischen Absorptionen, welche es im sichtbaren Bruchteile des Spektrums bewirkt, auch durch eine größere Absorption ultravioletter Strahlen ausgezeichnet ist, also jener Strahlen, die in chemischer Hinsicht sehr wirksam sind. Die Absorption solcher Strahlen kann nicht zwecklos sein, wie übrigens nichts in der Natur programmlos geschieht, und demgemäß mußte geurteilt werden, daß, wenn das Chlorophyll im Assimilationsprozeß eine so wichtige Aufgabe erfüllt, dabei vielleicht eine der Ursachen dieser großen Aufgabe die Fähigkeit der Absorbierung der kurzen Wellen des Lichtes und die Möglichkeit der Verwertung der gewonnenen Energie für die chemische Arbeit ist, die sich im Assimilationsprozesse äußert.

Ich weiß allerdings nicht bestimmt, ob es Erwägungen solcher Art waren, die den Geist des verehrten Jubilars beschäftigten, ich wage jedoch zu behaupten, daß dies der Fall war, und ich gebe zu, daß eben Erwägungen solcher Art das Motiv für die zweite Serie seiner biochemischen Arbeiten bildeten, welche die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich lenkten, namentlich der Arbeiten über die

ohne Teilnahme des Chlorophylls unter dem Einflusse des ultravioletten Lichtes stattfindende Synthese der Kohlehydrate. Diese Arbeiten verdienen ebenso vom theoretischen wie methodischen und schließlich vom allgemein naturwissenschaftlichen Standpunkte besondere Erwägung. In einer Reihe trefflich durchdachter Versuche hat Dr. Stoklasa gemeinsam mit seinen Schülern nachgewiesen, daß das ultraviolette Licht, indem es auf Kohlensäure und Wasserdämpfe in Abwesenheit von Kaliumbikarbonat einwirkt, weder die einfachsten organischen Verbindungen, wie z. B. Formaldehyd, noch Zucker bildet, daß dagegen das ultraviolette Licht, wenn es auf Kohlenstoff und Wasserstoff in statu nascendi einwirkt, bei Vorhandensein von doppeltkohlensaurem Salz Zucker in Form von Hexosen bildet. Wenn dieses Resultat auf die biologisch-chemischen Vorgänge, die sich in der grünen Zelle abspielen, angewendet wird, so folgt, daß CO_2 durch Wasserstoff in statu nascendi in der Zelle keiner Reduktion unterliegt, sondern die Reduktion erfolgt durch Vermittlung des Kaliumbikarbonats, das sich in der Chlorophyllzelle bildet, und das erzeugte Formaldehyd kondensiert sich zum Kohlehydrat. Indem Stoklasa seine Arbeiten nach verschiedenen Richtungen hin vertiefte, lieferte er schließlich ein erschöpfendes Bild des Assimilationsprozesses. Indem das ultraviolette Licht auf das Kaliumbikarbonat wirkt, bewerkstelligt es dessen Reduktion, wobei Ameisensäure, Sauerstoff und kohlensaueres Kalium nach der Formel: $2\ KHCO_3 + \text{Licht} = K_2CO_3 + HCOOH + O$ entsteht, die Ameisensäure sich in statu nascendi durch die weitere Einwirkung ultravioletter Strahlen in Formaldehyd und Sauerstoff ($\text{Licht} + HCOOH = HCOH + O$) zerlegt und das Formaldehyd sich bei Anwesenheit von Kaliumhydrat zu Hexosen kondensiert. Das frei gewordene kohlensaure Kali verwandelt sich unter dem Einflusse von CO_2 und Wasser wieder in saures kohlensaures Kali, und dieser Prozeß wiederholt sich fortwährend.

Überblicken wir kritisch die verschiedenen, bereits unzählbaren Anschauungen über den Assimilationsprozeß, so gelangen wir zu dem Urteile, daß die von Dr. Stoklasa vertretene Ansicht, die sich auf einen direkten, niemals täuschenden Versuch stützt, so durchsichtig und einfach ist, daß diese Einfachheit ihre Wahrscheinlichkeit garantiert.

Die Aufgabe des Blattgrüns bei diesem Prozesse außerhalb der Kondensierung des kurzwelligen Lichtes wurde von Stoklasa sicher durchdacht, aber nicht entschieden genug akzentuiert; trotzdem kann sich jedoch der aufmerksame Leser eine Ansicht über den Gedankenverlauf des Autors bilden, auch wenn er nicht ausdrücklich ausgesprochen wird. Mich wenigstens überrascht in den Arbeiten Stoklasas die konsequente Betonung der Tatsache, daß der von ihm gewonnene Zucker optisch inaktiv und zweifellos razemisch war, da wie der Autor entschieden erklärt hat, in seinen Versuchen keine Bedingungen für eine asymmetrische Synthese vorhanden waren. Wenn nun der in der Pflanze gebildete Zucker optisch aktiv ist, wenn die Gruppierung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine derartige ist, wie sie durch die Konstitutionsformel erfaßt wurde, und mit der oben beschriebenen einfachen Reaktion endet, dann wäre die weitere Folge die, daß die stereochemische Orientierung in der Produktion des Pflanzenzuckers eben asymmetrische Bedingungen erfor-

dert und das Chlorophyll im Sinne des Grundsatzes wirkt, daß ein optisch tätiger Körper andere, ebenfalls asymmetrische erzeugt. Der verehrte Jubilar wird es mir wohl nicht übelnehmen, wenn ich hier zugebe, daß u. a. gerade diese Erwägungen, die in mir beim Lesen seiner grundlegenden Werke auftauchten, mich zu Versuchen veranlaßten, die darüber entscheiden sollen, ob das Chlorophyll die Ebene des polarisierten Lichtes beeinflussen kann. Das Problem ist in experimenteller Hinsicht sehr schwierig, es erfordert Vorbereitungen auf dem Gebiete der Untersuchungen über die quantitative Absorption des Lichtes durch optisch passive und aktive Körper, und mein Laboratorium macht seit vielen Jahren nichts anderes als Versuche, um eine Erklärung für dieses Problem zu finden.

Die Arbeiten des verehrten Jubilars über das Problem der Assimilation des Kohlenstoffes sind, wie ich oben angedeutet habe, außerdem von allgemeiner naturwissenschaftlicher Wichtigkeit, da sie in direkt schwindelerregende Fragen eingreifen. Die Charakteristik der Theorie Stoklasas zeigt, daß man an komplizierte Synthese n organischer Körper ohne Teilnahme eines lebenden Organismus denken kann. Niemand kann die Behauptung verwerfen, daß die Synthese des Kohlehydrates unter dem Einflusse des ultravioletten Lichtes auch in der gegenwärtigen Evolutionsphase unserer Erdkugel erfolgt, niemand kann von vornherein die Hypothese abweisen, daß die Bildung einer solchen aus den Elementen entstehenden synthetischen Nahrung die Bedingung für die Entstehung des Lebens auf unserer Erde sein könnte, und obzwar eine solche Behauptung für den kalten, kritischen Verstand des Naturforschers gewiß keine große Bedeutung hat, erleichtert sie ihm doch andererseits Hypothesen, welche oftmals große Gedanken hervorbringen und entschieden ein Motiv für die Überzeugung sind, daß das Wort „Ignorabimus" für den Naturforscher ein leerer Schall ist und abgelehnt werden muß.

Verehrungswürdiger Jubilar, gestatten Sie, daß ich, indem ich Ihnen in diesem feierlichen Augenblick meine persönlichen Wünsche ausspreche, Ihnen unter Berufung auf mein Rektorsamt, zu welchem ich durch den Willen meiner Kollegen berufen wurde, die Versicherung gebe, daß meine Gefühle von der ganzen Jagellonischen Universität geteilt werden. Diese Gefühle mögen in dem Wunsche der Ihnen am nächsten stehenden, nämlich der Professoren der landwirtschaftlichen Fakultät, zum Ausdrucke kommen, deren einstimmigen Beschluß ich hiermit verkünde:

„In dem Augenblicke, in welchem die brüderliche tschechische Nation das Jubiläum eines ihrer größten Gelehrten feiert, der den Ruhm der tschechischen Wissenschaft weit über die Grenzen seines Vaterlandes verbreitet hat, hat die landwirtschaftliche Fakultät der Jagellonischen Universität in außerordentlicher Sitzung beschlossen, dem ehrwürdigen Jubilar die herzlichsten Glückwünsche zu fruchtbarer Arbeit noch während vieler Jahre zu übermitteln."

Als Rektor der Universität füge ich hinzu, daß ich Ihnen für die gesamte mühevolle wissenschaftliche Arbeit, die Sie unter Bedingungen vollbracht haben, in welchen Sie sie als Glied einer unterdrückten Nation, ähnlich wie die Mehrzahl von uns, nicht in der ganzen Fülle Ihres schöpferischen Geistes wirken konnten, hier meine Huldigung darbringe und den tiefsten Dank ausspreche und von unserer Universität den herzlichen Dank und die Versicherung der Liebe überbringe, welche so lange währen wird, als die Liebe der Nationen zur Wissenschaft währt.

Die Arbeiten Prof. Dr. Stoklasas auf dem Gebiete der Bodenchemie und Bodenbiologie.

Von Ing. Dr. Václav Novák, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Brno (Brünn).

(Vorgetragen bei der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes von Prof. Dr. Jul. Stoklasa.)

Der Boden hat Stoklasa vom Beginne seiner Tätigkeit an interessiert. Selbst wenn er auch auf anderen wissenschaftlichen Gebieten arbeitete, zum Boden kehrte er immer und immer wieder zurück, und bis zum heutigen Tage ist er ihm treu geblieben. Stoklasa gehört eigentlich zu unseren ersten modernen Pedologen; er hat zwar nicht die Bodenkunde als Naturwissenschaft im allgemeinen betrieben, sondern vor allem nur zwei Ausschnitte der allgemeinen Bodenkunde mit seinen Arbeiten umfaßt, nämlich die Bodenchemie und die Bodenbiologie.

Die Bodenchemie lockte Stoklasa im ersten Abschnitte seiner wissenschaftlichen Tätigkeit an, welche in die Zeit der Entwicklung der Agrikulturchemie im Geiste der Ideen Liebigs fällt, die ihn von Anfang völlig für sich einnahmen.

Die Agrikulturchemie führte jedoch trotz der außergewöhnlich intensiven Arbeit vieler erfahrener und scharfsinniger Chemiker bei der Lösung der Fragen, die sie sich ursprünglich gestellt hatte, nicht zu dem erwünschten Ergebnisse. Deshalb konnte den Geist Stoklasas auch der rein chemische Standpunkt nicht befriedigen. Sobald die ersten Ergebnisse der unter dem Einflusse des Geistes Pasteurs und seiner Nachfolger durchgeführten bakteriologischen Versuche in die fachlich-landwirtschaftliche Welt Eingang gefunden hatten, wandte Stoklasa sein Interesse sofort der Bodenbiologie zu, die ein ganz neues Feld bildete und den Horizont der Forschung hinsichtlich der Abhängigkeit des Lebens der landwirtschaftlichen Pflanzenwelt vom Boden unermeßlich erweiterte.

Durch die Verbindung der Chemie mit der Biologie erhielt die Forschungsarbeit Stoklasas ihre Richtung, und auf dem Gebiete der Bodenchemie und der Pflanzenwelt fand Stoklasa sich selbst. Für Stoklasa sind in allen Zweigen seiner Tätigkeit zwei Merkmale kennzeichnend: erstens die Lebendigkeit seiner Arbeit, mit welcher er nirgends an der toten Materie allein haftet, sondern immer ihre Beziehungen zum Leben sucht, und zweitens das Interesse für die neuen Erkenntnisse und die neuen Erfindungen in der wissenschaftlichen Welt, mit denen er Hand in Hand Schritt hält. Nach dieser zweifachen Richtschnur ist auch seine Tätigkeit auf dem Gebiete der Bodenkunde gerichtet.

Die ersten Arbeiten Stoklasas, die sich mit dem Boden beschäftigten, wurden bereits in den Achtziger Jahren veröffentlicht. Seine fachliche Publikationsfähigkeit eröffnete er mit einer Abhandlung über die Verwitterungsprodukte aus der böhmischen Kreideformation im Jahre 1879 [1]). Die Prozesse der Bodenverwitterung begannen ihn also zuerst zu interessieren, und dabei war es eigentlich ein sehr logischer Vorgang in der Entwicklung der pedologischen Forschung, daß er sich zunächst mit der Verwitterung der Gesteinsarten, mit den Verwitterungsprodukten und dann mit der chemischen Zusammensetzung des Bodens beschäftigte und von hier aus zur Ernährung der Pflanzen aus dem Boden überging.

Bei diesen ersten Arbeiten ging Stoklasa offenbar unter Rücksichtnahme auf die geologische Formation vor. Sein Interesse wandte er besonders den Gesteinsarten der böhmischen Kreideformation zu, und er studierte ihre Zusammensetzung und die Zusammensetzung ihrer Verwitterungen [2]). Der Verwitterung der Sandsteine der Kreideformation widmete er beispielsweise zwei eingehende Studien [3]). Sein Interesse richtete sich auch auf die chemische Analyse der Fossilien der Kreideformation [4]).

Die Bodenverwitterung verfolgte er mit Hilfe chemischer Analysen mit 2%iger Zitronen- und 2%iger Essigsäure. Eingehend studierte Stoklasa die Verwitterung des Orthoklas (Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, 1882) und die Bildung des Kaolins. Bei der Verwitterung des Orthoklas unterscheidet er drei Stadien: im ersten Stadium ändert sich die Farbe des Orthoklas, seine Dichte nimmt ab, das Wasser nimmt zu, und die Ausscheidung von Eisenhydroxyd vermehrt sich; im zweiten Stadium bilden sich Silikate, die sich in schwachen Säuren leicht lösen, die Alkalien, die größtenteils in konzentrierter Salzsäure löslich sind, vermehren sich, die Dichte nimmt ab und das Wasser zu; im dritten Stadium stellt sich Kaolinisierung der äußeren Schichten ein, die Karbonate werden ausgeschieden, und der Orthoklas verwandelt sich allmählich in Kaolin.

Er prüfte ferner die von der Kohlensäure zu erfüllende Aufgabe bei der Verwitterung des Orthoklas, durch welche sein Standpunkt inbetreff der Entstehung des Kaolins im Gebiete von Eger und in Karlsbad unter dem Einfluß vulkanischer Kohlensäure-Exhalationen, bzw. unter dem Einflusse des Moors, eine Unterstützung erfuhr.

Außer mit der Verwitterung des Orthoklas beschäftigte er sich mit der Verwitterung des Granits, des Basalts, des Phonolits, der Sandsteine und des Pläners und veröffentlichte hierüber eine ausführliche Abhandlung „Chemické badání v Českém Středohoří" (Chemische Forschungen im böhmischen Mittelgebirge) [5]). Auf der Unterlage dieser Studien gelangte er zu seiner Hypothese

[1]) Über die Verwitterungsprodukte aus der böhmischen Kreideformation. Wien 1879.

[2]) Über die chemische Zusammensetzung der Quadersandsteine. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt in Wien. Příspěvky k poznání chemického charakteru českého křídového útvaru (Beiträge zur Kenntnis des chemischen Charakters der böhmischen Kreideformation). Listy Chemické.

[3]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen. 1885 und 1886.

[4]) Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen. 1880.

[5]) Listy Chemické, 1883.

über die Entstehung des Lösses, wobei er voraussetzt, daß derselbe ein Produkt der Verwitterung von Sandstein und Pläner ist. Diese Hypothese hat im Hinblicke auf die Verhältnisse in Böhmen außerordentlich viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Durch das Studium verschiedener Arten von Löß und lettenhaltigen diluvialen Ablagerungen gelangte er zu der Ansicht, daß der diluviale Letten ein jüngeres Produkt ist als der Löß. Es ist zu sehen, daß Stoklasa im Studium der Bodenverwitterungen in einer für seine Zeit äußerst originellen Weise vorging.

Seine Studien über die Bodenverwitterungen vermochte er viel später als Grundlagen für seine Publikation über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur (Jena 1922) zu verwerten. In diesem Buche ist auch eine Reihe von Bodenanalysen über den Gehalt von wasserlöslichem Aluminum- und Eisenoxyd je nach dem petrographischen Ursprunge der Böden angeführt.

Eine Zusammenfassung seiner Forschungen über die Bodenverwitterung legte Stoklasa in verschiedenen Abhandlungen über die Bodenverwitterung in den „Landwirtschaftlichen Versuchsstationen", ferner in den „Geochemischen Studien" [1]) und hauptsächlich in der Publikation „Pedologische Studien", die im Jahre 1880 bei Reinwart in Prag erschienen ist, nieder. Hier hebt er zum ersten Male die Bedeutung des Umlaufs der Kohlensäure in der Dynamik des Bodens hervor.

Eine weitere Etappe in den Forschungen Stoklasas über den Boden bilden seine Arbeiten über den Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen, über ihre Formen, ihre chemischen Umwandlungen und ihre Zugänglichkeit für die landwirtschaftliche Pflanze. Diese Arbeiten stehen in Beziehung zu seinen Forschungen über die Beschaffenheit der Düngemittel, welche einer besonderen Erörterung unterzogen werden wird.

Stoklasa wendet von allem Anfange an seine größte Aufmerksamkeit der Phosphorsäure und hierauf dem Kali und dem Stickstoff zu. Bei der Phosphorsäure interessiert er sich dafür, ob und in welchem Maße natürliche Phosphate in Böhmen verbreitet sind [2]), und geht dann zum Studium der chemischen Prozesse über, welche die dem Boden künstlich gelieferten Phosphate in Verbindung mit dem Boden durchlaufen. Vom chemischen Gesichtspunkte gehört hierher seine Arbeit über das Zurückgehen der Phosphorsäure im Boden [3]). Die Frage des Kreislaufs der Phosphorsäure dehnte er auf die hiebei stattfindende Mitwirkung der Mikroben aus, was im weiteren erörtert werden wird.

Die Frage des Kaligehaltes der Böden verfolgte Stoklasa aus dem Gesichtspunkte des Kalibedarfs der Zuckerrübe [4]). Ähnlich studierte er auch die Phos-

[1]) Tschechisch 1885 im „Věstník Král. České Společn. nauk" (Mitteilungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften), deutsch 1888 in der Chemikerzeitung.

[2]) Listy Chemické. Prag 1884.

[3]) Über zurückgegangene Phosphorsäure. Österreichisches landwirtschaftliches Zentralblatt 1893.

[4]) Enthalten die Böden die für die Kultur der Zuckerrübe nötige Kalimenge? (Wiener ldw. Ztg. 1893). Tschechisch in den Listy Cukrovarnicke, Prag 1894.

phorsäure im Boden unter Rücksichtnahme auf die Kultur der Zuckerrübe [1]). Die Ernährung der Zuckerrübe und die Ernährung der Gerste erfreuten sich allezeit seiner besonderen Aufmerksamkeit, da er sich der ungeheuren volkswirtschaftlichen Bedeutung dieser beiden Bodenfrüchte für die Landwirtschaft Böhmens bewußt war.

Die Gerstenfrage führte ihn später zu einer eingehenderen Beurteilung und Bewertung der sogenannten Gerstenböden in Böhmen und Mähren [2]) auf Grund der chemischen Zusammensetzung.

Von den überwiegend chemischen Arbeiten Stoklasas, mit welchen er zur allgemeinen Bodenforschung beitrug, können die gelegentlich verarbeiteten chemischen Bodenanalysen, die Analysen von Furfuroiden, insbesondere der Pentosane im Boden (im Verein mit Ducháček und Uher) angeführt werden [3]).

In den letzten Jahren verdanken wir ihm eine Reihe von Daten über die Radioaktivität verschiedener Gesteinsarten Böhmens und über die Radioaktivität der Böden, durch welche er zur Bereicherung der pedologischen Forschung in der Tschechoslowakei beitrug. In der neuesten Zeit arbeitete sein Institut auch in der Frage der Reaktion des Bodens und stellte die Abhängigkeit der Bodenreaktion von den äußeren und inneren Bodenfaktoren in einer Reihe von Fällen fest. Auch über das Aluminium und seine Verbindungen im Boden besitzen wir ungewöhnlich zahlreiche Daten, die in der bereits erwähnten umfangreichen Publikation „Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur", 1922, angeführt sind.

Spezielle Bedeutung haben die Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete der Bodenbiologie. In der Bodenbiologie wirkte Stoklasa nicht nur bei uns bahnbrechend, sondern er beeinflußte auch in starkem Maße die Anschauungen des Auslandes. Der Name Stoklasas hat auf dem Gebiete der Bodenbiologie unstreitig eine hervorragende und für den Fortschritt auf diesem Gebiete stark positive Bedeutung.

Nach den ersten epochalen Entdeckungen der Nachfolger des genialen Pasteur begeisterte sich Stoklasa sehr bald für die Bodenbakteriologie. In den Spuren Pasteurs weiterschreitend, widmeten R. Koch und Ducleaux ihre Aufmerksamkeit den Mikroorganismen im Boden. Die epochalen Arbeiten der Pioniere der Mikrobiologie des Bodens, insbesondere Hellriegels, Hiltners, Winogradskys, Carons, welche verschiedene den elementaren Stickstoff assimilierende (Knöllchen- und frei lebende) Bakterien aus dem Boden isolierten, erweckten in Stoklasa frühzeitig großes Interesse für diesen neuen, verheißungsvollen Zweig der Forschungsarbeit.

---

[1]) Über das Schicksal der Phosphorsäure im Boden bei der Kultur der Zuckerrübe. (Blätter f. Zuckerrübenbau 1906.)

[2]) Bodenbeschaffenheit sogenannter Gerstenböden in Böhmen und Mähren (Zeitschrift für das ldw. Vers.-Wesen in Österreich 1905).

[3]) Über die Verbreitung und chemische Bedeutung der Furfuroide im Boden (Časopis pro průmysl chemický — Zeitschrift f. d. chemische Industrie — Prag 1897), deutsch in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften, Wien 1898, und in der Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich, Wien 1898.

Die Bodenbiologie bildet in der wissenschaftlichen Tätigkeit Stoklasas ein selbständiges Kapitel. Stoklasa gab sich mit einem bloß deskriptiven naturwissenschaftlichen Standpunkte gegenüber der Bodenbiologie nicht zufrieden, obzwar er auch die Bestimmung einer Anzahl von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenarten, und zwar unter verschiedenen Umständen durchführte, diese Arten isolierte und ihre Lebensbedingungen und Fähigkeiten studierte.

Als Beispiel für diese Tätigkeit können die Beiträge zum Studium des Azotobakters Chroococcum angeführt werden. Durch seine Arbeiten wies er insbesondere nach, daß namentlich die Xylosen und Arabinosen eine vorzügliche Kohlenstoffquelle für das lebende Medium des Azotobakters sind, und daß die Furfuroiden im Boden das wichtigste energetische Kohlenstoffmaterial für die Entwicklung des Azotobakters im Boden bilden [1]); ferner hob er die große Wichtigkeit des Phosphations für den Assimilationseffekt des Azotobakters hervor; das leicht zugängliche PO_4-Ion fördert die Vermehrung der Kultur des Azotobakters und erhöht die Bereicherung des Bodens mit Stickstoff. Er studierte den Einfluß der Radioaktivität auf die Lebenstätigkeit des Azotobakters usf.

Sein Hauptaugenmerk richtete er jedoch stets darauf, die Beziehungen der Bodenmikroben zur Bildung der Pflanzenmasse, zur Entwicklung der Pflanzen und zur Fruchtbarkeit des Bodens überhaupt aufzuklären.

Stoklasa hat als einer der ersten die Bedeutung der Bodenmikroben für die Fruchtbarkeit des Bodens begriffen, und er war der Verkünder und Verteidiger dieser neuzeitlichen Doktrin. Er nahm wahr, daß durch die Lebenstätigkeit der Mikroben im Boden eine große Menge CO_2 entsteht, und er erfaßte die Wichtigkeit dieser Tatsache.

Die durch die Tätigkeit der Mikroben im Boden herbeigeführte Mineralisierung der organischen Stoffe bildete den Gegenstand einer Reihe von Studien. Er studierte die Assimilation und Akkumulation des Stickstoffs im Boden, die Ammonifikation, Nitrifikation und Denitrifikation als einzelne Glieder des Stickstoffkreislaufs im Boden und als in der Regel stets im Zusammenhange mit dem Kreislauf des Phosphors und des Kohlenstoffs stehend, sowie in ihrer Beziehung zur Fruchtbarkeit des Bodens [2]).

---

[1]) Über die chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffs durch die Azotobakter und Radiobakter. (Berichte der deutschen botan. Ges. 1906, Zentr.-Blatt f. Bakteriologie u. a.)

[2]) Etudes microbiennes du sol, Nantes 1898. — Fixation de l'azote atmosphérique. Comptes rendus de l'académie des sciences, Paris 1898. — Über die Nitratgärung usw. (Deutsche landw. Presse 1901). — Phénomènes de dénitrification dans le sol (Congrès international de Chimie appliquée. Liege 1905). — O vlivu různých uhlohydrátů a organických kyselin na denitrifikaci (Über den Einfluß verschiedener Kohlehydrate und organischer Säuren auf die Denitrifikation) (Listy Cukrovarnické, Prag 1906). — Über den Einfluß der Bakterien auf die Metamorphose der Salpetersäure im Boden (mit Jelínek und Ernest, Zeitschrift f. d. landw. Versuchsw. i. Öst. 1906). — Je možno zvýšiti výnosy našich kulturních rostlin hromáděním bakterií v půdě? (Können die Erträgnisse unserer Kulturpflanze durch Anhäufung von Bakterien im Boden gesteigert werden?) (Zemědělský Archiv, Prag 1910.)

Sein größtes Interesse erweckten die in der Rhizosphäre unserer Kulturpflanzen lebenden Bakterien, und mit besonderem Verständnisse führte er Versuche über die Funktion der Mikroben beim Kreislauf des Kohlenstoffs, Stickstoffs und Phosphors im Boden durch. Besonderes Augenmerk widmete Stoklasa den Mikroben der Rhizosphäre der Gerste, welche er mit dem Bakteriologen Král eingehend studierte; in der Rhizosphäre der Hannagerste stellte er 28 Arten verschiedener Mikroorganismen fest.

Der Kreislauf der Phosphorsäure wurde von ihm fast vom Beginne seiner wissenschaftlichen Tätigkeit an verfolgt; zuerst chemisch, dann biologisch. Die Resultate seiner Forschungen und seine theoretischen Anschauungen legte Stoklasa in dem Buche „Biochemischer Kreislauf des Phosphations im Boden" nieder (herausgegeben bei Fischer in Jena), welches unstreitig zu den besten Arbeiten Stoklasas auf dem Gebiete der Biochemie des Bodens gehört.

Stoklasa weist hier ausführlich in origineller Weise die Bedeutung der Bodenbakterien für die Freimachung der Phosphationen im Boden in eine lösliche und für die Pflanzen resorptionsfähige Form nach. Der Phosphor ist im Boden in anorganischer und organischer Bindung vorhanden. Daß der Phosphor aus der organischen Verbindung überwiegend oder ausschließlich nur durch die Tätigkeit der Mikroben befreit werden kann, ist unzweifelhaft. Die Bakterien haben jedoch auch das größte Verdienst daran, daß die unlöslichen Formen der Phosphorsäure in anorganischen Verbindungen sich in wasserlösliche Formen umwandeln. Im Wasser lösliche Phosphorsäure geht im Boden auf chemischem Wege sehr leicht in unlösliche oder schwer lösliche Formen über, namentlich in Kalzium- und Magnesia-Mono-, Di-, Tri- und Tetra-Phosphate, obzwar sie auch Aluminium- und Eisen-Di- und Tri-Phosphate zu bilden vermag. Diese starke chemische Absorption der Phosphationen ist übrigens bei der verhältnismäßig geringen Vertretung der Phosphorverbindungen im Boden, jedoch ihrer außerordentlich großen Bedeutung für die Pflanzenernährung von großem Vorteil. Allerdings ist eine feste Verbindung nichtlöslicher Phosphate ein Hindernis beim Ersatze des Phosphors durch Mineraldünger, denn es kann z. B. die aus Superphosphat entstandene freie Orthophosphorsäure und lösliches Monokalziumphosphat leicht in nichtlösliche Formen übergehen (wiederkehrende Phosphorsäure).

Durch die Lebenstätigkeit der Bakterien entstehen Kohlensäure und verschiedene organische Säuren, welche die im Wasser nicht löslichen Formen der Di-, Tri- und Tetraphosphate in wasserlösliche Formen überführen. Der größte Teil der im Wasser löslichen Monophosphate wird von den Bakterien zum Aufbau neuer lebender Masse verbraucht, so daß ein namhafter Teil des assimilierbaren Phosphations im Boden biologisch absorbiert wird.

Die bakterielle Assimilierung der Phosphorsäure aus reinen Phosphaten verläuft weniger günstig als die Assimilierung in den Ackerböden, so daß Stoklasa mit Recht vermutet, daß der Phosphor im Boden neben den bekannten anorganischen Formen auch in der Form von Humophosphaten vertreten ist. Er schließt, daß in durchlüfteten, durch Absorption gesättigten Böden die Phosphorsäure meist in organischen Formen vorhanden ist, während sie in saueren, nicht

durch Absorption gesättigten Böden in überwiegend anorganischen Formen vorkommt, mit Ausnahme der saueren Humusböden, wo die Phosphorsäure in organischen Formen auftritt.

Die durch die Pflanzen assimilierbare Phosphorsäure wird nach Stoklasa umsomehr und umso leichter frei, je größer und intensiver die biologische Bodentätigkeit ist. Die biologische Absorption des Phosphations kann als Maßstab für die Fruchtbarkeit des Bodens dienen. Diese biologische Absorption der Phosphationen steht auch im Zusammenhange mit dem Kreislauf des Stickstoffs im Boden, denn sie stellt genügende Vorräte von Phosphor bei, die für die vitalen Prozesse der den elementaren Stickstoff assimilierenden Bakterien notwendig sind, wie es an der Azotobakter, am Bac. mycoides u. a., an den Ammonifikations- und Denitrifikationsbakterien nachgewiesen worden ist.

Die Bereicherung des Bodens mit elementarem Stickstoff aus der Luft ist an einen genügenden Vorrat leicht assimilierbarer Mineralstoffe, an erster Stelle von Phosphor, gebunden, so daß wir nach der Vitalität der Stickstoff assimilierenden Bakterien umgekehrt auf die Menge leicht zugänglichen Phosphations im Boden schließen können. Stoklasa war der erste, der den Nachweis geliefert hat, daß diese Erscheinung auf die Bestimmung assimilationsfähiger Phosphorsäure im Boden angewendet werden kann, was später N i k l a s methodisch verwertet hat.

Der Phosphor von abgestorbenen Bakterien der einen Art wird durch Bakterien der anderen Art, eventuell durch die Pflanzenwelt assimiliert und macht einen beständigen Kreislauf durch.

Stoklasa macht durch seine biologische Erklärung den Umlauf des Phosphations im Boden und die Möglichkeit der Ernährung der Kulturpflanzen durch den Phosphor des Bodens viel verständlicher.

Beim Studium des b i o c h e m i s c h e n K r e i s l a u f s d e s K o h l e n s t o f f s im Boden beschäftigte sich Stoklasa auch mit der Feststellung der organischen Formen des Kohlenstoffs im Boden, besonders mit den Kohlehydraten und speziell mit den Furfuroiden. In seinem Institut wird auch die Isolierung des Alkohols im Boden durchgeführt (Eger).

Die organischen Verbindungen des Kohlenstoffs bilden energetisches Material für die Bodenmikroben. Durch die mikrobiellen Dissimilationsprozesse entsteht als Endprodukt Kohlensäure. Je energischer die Tätigkeit der Mikroben ist, eine umso größere Menge CO_2 entsteht im Boden, umso größer ist die Tätigkeit des Bodens, umso fruchtbarer ist der Boden. Da durch die Isolierung einzelner Gruppen von Mikroben ein genaues Bild über die Bodentätigkeit auf andere Weise nicht gewonnen werden kann, benützte Stoklasa die Menge des vom Boden ausgeatmeten CO_2 als Indikator für die gesamte Tätigkeit der Mikroben im Boden und arbeitete so eine verhältnismäßig einfache biochemische Methode zur Charakterisierung der Mikrobentätigkeit im Boden aus.

Die Menge des von 1 kg Bodenerde in 24 Stunden bei einer Temperatur von 20 Grad und einer Feuchtigkeit von 25% ausgeatmeten CO_2 bildet den Maßstab für die Mikrobentätigkeit im Boden und kann unter sonst gleichen klimatischen und Terrainverhältnissen als Bonitierungsbehelf für die Fruchtbarkeit des Bodens dienen. Über die Menge und Bedeutung des CO_2 im Boden veröffent-

lichte Stoklasa unter Mitarbeit Ernests im Zentralblatte für Bakteriologie im Jahre 1905 eine Arbeit, welche die Grundlage für die biochemische Beurteilung des Bodens bildet[1]). Zur Feststellung des vom Boden ausgeatmeten CO_2 wurde von ihm eine spezielle Apparatur konstruiert.

Stoklasa verfaßte die erste systematische Methodik zur biochemischen Durchforschung der Böden (abgedruckt in Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden im Jahre 1912).

Er war auch ebenso wie andere Forscher überzeugt, daß dort, wo die Bakterientätigkeit im Boden eine ungenügende ist, sie durch Impfung des Bodens mit den ihm fehlenden Bakterien gesteigert werden kann[2]). Er beschäftigte sich mit dem Studium der Bodenimpfung mit Alinit und verwies darauf, daß es sich beim Alinit eigentlich um Bac. Megatherium handelt.

Obwohl die Bodenimpfung in ihren ersten Anfängen infolge mangelnder Kenntnis der so komplizierten Lebensbedingungen der Bodenmikroben enttäuscht hat, wurden später doch, wie bekannt, in einigen Punkten (so namentlich hinsichtlich der Knöllchenbakterien) bereits vortreffliche Ergebnisse erzielt, so daß die vorhergegangenen Arbeiten nicht vergebliche gewesen sind. Später stellte Stoklasa gute Erfolge mit der Bodenimpfung mittels des Azotobakters fest.

Stoklasa sprach als erster auch die Überzeugung aus, daß die Düngung mit Stallmist[3]) neben anderen Wirkungen auch die Bedeutung einer Impfung des Bodens mit Bakterien habe, und er trat für die sofortige Einackerung des Stallmistes nach dem Stoppelsturze ein, damit die Bakterientätigkeit keine Abschwächung erfahre. Er lehrte auch, wie mit dem Stallmiste auf der Düngerstätte vor dem Wegführen umzugehen sei, damit dem Boden sämtliche Nährstoffe und die ungeschwächten aktiven Werte des Stallmistes in unvermindertem Maße zukommen. Der Stallmist steigert den Respirationseffekt der Böden und erhöht die Bodentemperatur. (Über den Chemismus des Stallmistes hielt er auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongresse im Jahre 1906 einen Vortrag, der großen Erfolg hatte.)

Sehr zahlreiche Arbeiten widmete Stoklasa unter Beteiligung verschiedener Mitarbeiter der Zerlegung einer Reihe organischer Substanzen, bzw. dem Einflusse verschiedenen organischen Materials auf die biologische Tätigkeit des Bodens und damit auch auf die Atmungsprozesse im Boden. Die Untersuchungen wurden in der Richtung des einfachen Respirationseffektes der Böden sowie der Erhöhung der Vitalität einiger spezieller Bakterien, besonders des Azotobakters Chroococcum, geführt.

Bei dem Azotobakter wurde unter der Mitarbeit J. Dvořáks[4]) der Einfluß verschiedener organischer Abfälle auf die Erhöhung des Assimilationseffektes des elementaren Stickstoffs geprüft. Durch diese Arbeiten wurde der Nachweis

---

[1]) Über den Ursprung, die Menge und die Bedeutung des Kohlendioxyds im Boden.

[2]) Über neue Probleme der Bodenimpfung (Chemikerzeitung 1910). — Fertilisation du sol par voie microbienne (Congrès intern. d'agriculture, Paris 1907).

[3]) Über die Wirkung des Stallmistes (Zeitschr. f. d. ldw. Versuchswesen in Öst. 1907).

[4]) Studien über die Stickstoffanhäufung im Boden durch Mikroorganismen (Ztschr. f. d. ldw. Versuchsw. in Öster. 1912).

erbracht, daß die grüne Masse der Leguminosen, also die Gründüngung, den Respirationseffekt am meisten erhöht, da sie leicht hydrolisierbare Saccharide und Polysaccharide enthält. Trockenes Material (das Stroh verschiedener Cerealien, ferner die Waldstreu) ist, von je älteren Pflanzen es stammt, ein desto schlechteres energetisches Material für die Assimilationstätigkeit des Azotobakters, da es viele schlecht hydrolysierbare Lignozellulosen enthält.

Ein besonderes Augenmerk wurde in seinem Institute der Zerlegung der Zellulose bei der Aerobiose und der Anaerobiose gewidmet. V. Novák[1]) befaßte sich hiermit im Hinblicke auf die Fähigkeit mancher Böden verschiedener Zusammensetzung zur Zerlegung reiner Zellulose, und Stefan Dvořák beschäftigte sich hiermit im Hinblicke auf den Einfluß des Stallmistes und der Gründüngung sowie der Ernterückstände auf die Tätigkeit verschiedener Gruppen von Bakterien unter spezieller Berücksichtigung der anaeroben Prozesse. Die Produkte der biologischen Zerlegung wurden festgestellt und der Chemismus der Zerlegung erläutert[2]).

Auf dem Gebiete der Biologie betrifft das Interesse Stoklasas auch den verschiedenen Grad der Kultivierung des Bodens[3]). Es wurden Vergleiche der biologischen Aktivität nicht kultivierten (mechanisch nicht bearbeiteten) Bodens und kultivierter Böden mit verschiedenen Kulturen (Klee, Zuckerrübe) durchgeführt. Die biologische Tätigkeit wurde hinsichtlich der Zahl der vegetativen Sprosse und hinsichtlich des Respirationseffektes der Böden verglichen. Aus den Versuchen konnten Schlüsse über die Bedeutung der mechanischen Bodenbearbeitung für die Bakterientätigkeit gezogen werden. Je größer die Luftkapazität, umso höher der Respirationseffekt.

Stoklasa studierte auch den Respirationseffekt der Waldböden und machte auf die große Bedeutung des $CaCO_3$ für den Waldboden (Einfluß auf die Bodenreaktion) aufmerksam. Er wies auch auf einige Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Drainagewässer und der biologischen Tätigkeit hin.

Stoklasa hält die biologischen Fähigkeiten des Bodens für die wichtigste Vorbedingung seiner Fruchtbarkeit. Die Erhöhung des photosynthetischen Assimilationseffektes der Tätigkeit der Kulturpflanzen kann durch verschiedene Mittel wirken, welche die biologische Bildung von CO_2 im Boden erhöhen (mechanische Bodenbearbeitung, Zugabe leicht zerlegbaren energetischen Materials durch Gründüngung, Impfung mit Stallmist mit Zugabe der biogenen Elemente N, P, K und Ca usw.).

Stoklasa führte in der Literatur den Begriff der sogenannten biologischen Absorption einzelner Ionen durch lebende Mikroben ein und dokumentierte dieselbe, wie bereits angedeutet wurde, an der Absorption des Phosphations, des Kalziumions, des Nitrations, des Ammonions.

Stoklasa beschäftigte sich selbstverständlich während vieler Jahre mit der Frage der Bestimmung der Nährstoffe im Boden, die der Assimilation bzw. Re-

---

[1]) Siehe Stoklasa und Doerell: Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens, S. 723 und 724, und Zentr.-Bl. f. d. gesamte Landwirtschaft, Bd. I, S. 402.

[2]) Über den Chemismus des Zuckerabbaues in der lebenden Pflanzenzelle.

[3]) Siehe Seite 729.

sorption durch die Pflanzen fähig sind. Er gelangte zu der Erkenntnis, daß sich hierfür die biologische Methode vermittels der den elementaren Stickstoff assimilierenden Bakterien am besten eignet. Die Bakterien vermehren sich proportional dem Gehalte des Bodens an leicht assimilierbaren Nährstoffen, besonders an Phosphation. Er arbeitete auch spezielle Methoden behufs Bestimmung des leicht zugänglichen Phosphations und Kalziumions aus. Da er gleichzeitig feststellte, daß durch Radiumemanation die Lebensenergie des Azotobakters in markanter Weise gesteigert und demgemäß auch die Menge des assimilierten Stickstoffs erhöht wird, kam er zu der Überzeugung, daß der Grad der Radioaktivität der Böden ein wichtiger Faktor für die biologische Bodentätigkeit und die Fruchtbarkeit des Bodens ist.

Das Credo seines Lebens, zu welchem er auf dem Gebiete der Biologie und Biochemie des Bodens durch seine Arbeiten und Spekulationen gelangte, ist in dem großen Buche „Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens" enthalten, das im Jahre 1926 unter Mitarbeit Dr. Doerells, Prag, erschienen ist.

Dieses Buch wurde von der Auslandskritik (der deutschen, englischen, französischen, amerikanischen usw.) äußerst günstig aufgenommen. Allgemein wird auch von jenen Fachmännern, welche vielleicht nicht immer mit allen Hypothesen und Ansichten Stoklasas übereinstimmen, anerkannt, daß es ein initiatives, durchschlagendes, in der logischen Gliederung der Abhängigkeit der Bodenfruchtbarkeit von den biochemischen Bodenprozessen, in hohem Maße originelles Buch ist.

Stoklasa beschränkt sich darin nicht auf die Mikroben im Boden, sondern er berücksichtigt das niedriger organisierte Edaphon überhaupt. In diesem Buche stellt Stoklasa die biochemische und biologische Tätigkeit des Bodens auf physikalische Grundlage, und zwar mit vollem Recht. Die Bodenatmosphäre, das Bodenklima, besonders das Verhältnis von Wasser und Luft im Boden: das sind die entscheidenden Momente für sämtliche chemischen und besonders biologischen Prozesse.

Die erwähnten physikalischen Partien stellen nur den Rahmen für den eigentlichen Zweck des Buches dar. Den Kern des Buches bildet der biologische Teil, welcher unter den Arbeiten auf diesem Gebiete an die erste Stelle gestellt werden muß. Das Buch enthält gleichzeitig auch eine Methodik der Bodendurchforschung in physikalischer, chemischer, physikalisch-chemischer und biochemischer (des ganzen Edaphons) Hinsicht.

Überblicken wir die bisherige Tätigkeit Professor Stoklasas auf dem Gebiete der Pedologie, so müssen wir zugeben, daß sie hinreichen würde, die fachliche Tätigkeit des Lebens eines Individuums auszufüllen. Seine Tätigkeit auf dem Gebiete der Biochemie und Biologie des Bodens bildet die Grundlage aller Arbeiten dieser Art bei uns, und wir sind verpflichtet, auf ihr weiter aufzubauen, weil sie in vielen Beziehungen selbständige Wege eingeschlagen hat, auf denen die tschechoslowakische Wissenschaft sich auf den Kampfplatz der Wissenschaften der Welt begeben kann. Stoklasa hat in außerordentlichem Maße zur Aufhellung einer Reihe von Problemen in betreff des Begriffes der Bodenfruchtbarkeit beigetragen;

er hat es zuwege gebracht, das Interesse für die biologische Anschauung des Bodens bei seinen Schülern, aber auch bei der weiteren landwirtschaftlichen Öffentlichkeit wachzurufen und ebenso das Interesse an den neuen Richtungen in der Erforschung der Abhängigkeit des Pflanzenlebens vom Leben im Boden zu erwecken, was eine Tat ist, die im Interesse der modernen Landwirtschaft noch nicht genug gewürdigt wird.

Wir würden wünschen, daß Professor Stoklasa seine wissenschaftliche Aufmerksamkeit auch weiterhin den Fragen der Biochemie und Biologie des Bodens zu Nutz und Frommen unserer tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Wissenszweige widmen und auf diese Weise das Vermächtnis, das wir künftigen Generationen als gute Grundlage für den weiteren Fortschritt auf dem Gebiete der Pedochemie und Pedobiologie hinterlassen, mehren möchte.

Dr. Stoklasa's work concerning the circulation of the nitrogen in the soil.

By Sir John Russell, Director of the Rothamsted Experimental Station.

In congratulating Dr. Stoklasa on his seventieth birthday, and looking back over the large number of papers which he has issued during the years when he was actively occupied with scientific investigations, we are at once struck by the wide range of subjects he has studied. It is a matter of great satisfaction that the Czechoslovak Academy of Agriculture should have arranged for the publication of these memoirs in a volume that will made them widely accessible to all students. The Academy is to be congratulated on this decision, and also, on having as one of its Vice-Presidents so well known a scientist as Dr. Julius Stoklasa.

Some of his best known work has been in connection with the nitrogen cycle in the soil, and he was among the earliest to recognise the close association between the changes suffered by the nitrogen compounds, and those of the non-nitrogenous compounds. As early as 1905 he was accumulating further information beyond what was already known as to the influence of carbohydrates such as glucose, galactose, arabinose, sucrose, and of various acids, lactic and other organic acids, on the reduction of nitrates by various species of bacteria. He also studied the relationship of carbondioxide production in the soil to the numbers of bacteria as then estimated and particularly to those concerned in the reduction of nitrates. This investigation further provided one of the first estimates of the amount of carbon dioxide evolved from soil in natural conditions, an estimate which agrees closely with those obtained later by Lars-Gunnar Romell, Lundegardh, and at Rothamsted.

The investigation naturally led him on to the difficult problems connected with the use of farmyard manure and particularly to the question, raised by Wagner some twelve years earlier, whether farmyard manure caused losses of nitrogen from Chili Saltpetre by any process of denitrification. Warington had already shown that this does not happen at Rothamsted under the moist, mild conditions of the English climate; Dr. Stoklasa showed that it also does not happen in the totally different climatic conditions under which he was working. He raised, however, the interesting question whether the bacteria present in the farmyard manure played any important part in determining its fertilising qualities. He thought they did, and some of the Dutch and Belgian experience of the value of small dressings of farmyard manure on newly reclaimed peat soil may support this view.

Being thus interested in the nitrogen cycle, it was inevitable that he should turn to the study of Azotobacter and the part it may play in supplying nitrogen

to the growing crop. He was early attracted to the idea of inoculation of soil with Azotobacter, and although in practise this has not proved effective nevertheless the recent researches of Winogradsky and of Mme. Ziemiecka have shown that Azotobacter can be detected in soils in an active state and may be functioning as fixers of gaseous nitrogen.

Other investigations deal with the effect of bacteria on the solubility of phosphate in soils.

In these later years he has collected the results of his experience in two publications: in the „Methoden zur biochemischen Untersuchungen des Bodens" published in Abderhalden's „Handbuch der biol. Arbeitsmethoden", but he has made a much more important publication, in collaboration with E. G. Doerell, in his large „Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens". This is written to help students and investigators, and Dr. Stoklasa is tobe congratulated on having finished and prepared for publication so extensive a description of the microbiology of the soil.

Die Arbeiten Prof. Dr. J. Stoklasas auf dem Gebiete der Phytopathologie.

Von Dozent Dr. Jaroslav Smolák,
Direktor der Staatlichen höheren Gartenbauschule, Mělník.

(Vorgetragen bei der Festsitzung der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft in Prag zu Ehren des siebzigsten Geburtsfestes von Prof. Dr. Jul. Stoklasa).

Die Zeitschrift „Central European Observer" brachte am 16. September l. J. einen Artikel, der des 70. Geburtstages Professor Stoklasas gedachte. In dieser — wie der englische Stil zu sein pflegt — kurzgefaßten Reminiszenz werden die Hauptarbeiten unseres Jubilanten aufgezählt. Da werden die Biochemie, die Bodenbiologie, die Pflanze und das Tier, das Chlorophyll, die Entstehung neuen Lebens, die Ernährung der Pflanze und die Pflanzenproduktion, die Bodenbakterien in ihrer Beziehung zur Fruchtbarkeit des Bodens, die Atmung, die Enzyme, die Entstehung des Alkohols im menschlichen und tierischen Organismus, die Radioaktivität und die biogenen Elemente angeführt. Die Arbeiten über diese Themen werden als klassische Werke der wissenschaftlichen Weltliteratur gewürdigt. Diese gedrängte Aufzählung möchte ich noch durch die phytopathologischen Themen, namentlich durch die Pathologie der Zuckerrübe und die Rauchschäden ergänzen. Es sind dies — last not least — Lebensarbeiten Stoklasas. Seiner phytopathologischen Arbeiten vom Jahre 1893 bis zum Jahre 1918 gibt es 22. Nach dem Umsturze erschien dann noch das im Jahre 1923 in Berlin und Wien veröffentlichte große Werk „Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen". Die kleineren phytopathologischen Arbeiten vor dem Jahre 1918 sind veröffentlicht in den Listy Chemické (Chemische Blätter), Listy Cukrovarnické (Blätter für Zuckerindustrie), in der Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen, in der Wiener landwirtschaftlichen Zeitung, im Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, in den Mitteilungen über die Verhandlungen des Landwirtschaftsrates in Wien, in der Biochemischen Zeitung, oder sie sind auch als selbständige Schriften erschienen. Alle diese Arbeiten harren noch ihrer richtigen Würdigung. Es sind durchgängig Arbeiten, die das Merkmal der echten wissenschaftlichen Forschung tragen: kleine Arbeiten mit großen praktischen Wirkungen. Erst nach einem zeitlichen Abstande, nach 30 bis 35 Jahren, erkennen wir, wie sehr das wissenschaftliche Denken unseres Jubilanten nicht ein Denken für den Augenblick war, wie er vielmehr ständig mehr und mehr vorausgedacht hat, wie er in scharfsinniger, genauer Beobachtung die Zukunft ergründete, den künftigen Bedürfnissen der landwirtschaftlichen Praxis nachforschte.

und Pathologie der Pflanzen". Bald darauf zeigte sich in den Artikeln „Beobachtungen über die Krankheiten der Zuckerrübe in den Jahren 1894—1897" (Listy Cukrovarnické 1896, 1898) bereits das richtige Verständnis Stoklasas für phytopathologische Fragen. Schon damals hob er die Bedeutung der Prädisposition für die Entstehung von Infektionskrankheiten hervor. In dem ersten der beiden Artikel lesen wir z. B.: „Es muß zunächst eine Störung der vitalen Tätigkeit in den lebenden Molekülen und ein geschwächter Assimilations- und Dissimilationsprozeß eintreten, wenn der Pilz in das Gewebe des Organismus der Zuckerrübe eindringen soll". Diese Ansicht äußert Professor Stoklasa beim Studium des Rübenwurzelbrandes, welchen er bereits damals als nicht einheitliche, durch mannigfache Ursachen hervorgerufene Krankheit, sondern als Dispositionskrankheit erkennt. Zu dieser Anschauung gelangt er nach zahlreichen Experimenten, die er beim Studium des Problems des Rübenwurzelbrandes anstellt. Die besondere Disposition einzelner Individuen für die Krankheit kennzeichnet er folgendermaßen: „Einige Samenarten bewahren in ihrem Embryo eine besondere Kraft und Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen Krankheiten von ihrem Erwachen zum Leben angefangen bis zu ihrer vollständigen Entwicklung, während andere Sorten, kaum daß sie sich aus den Würzelchen zu entwickeln beginnen, bereits in 10 bis 20% aller ausgesäeten Samen an dem keimenden Pflänzchen Merkmale der Krankheit zeigen." (Listy Cukrovarnické 1898, Seite 509). Prof. Stoklasa studiert die Rübenwürzelchen bakteriologisch und chemisch, stellt an ihrer Oberfläche eine Menge bestimmter Mikroben und im Probetiegel des Rübensamens oxalsauere Salze fest, welche entweder die Mikroben vernichten oder repulsiv auf sie wirken und so den Samen vor einer Infektion schützen. Besonders für die damalige Zeit mutet es ganz modern an, wenn Prof. Stoklasa in das Studium phytopathologischer Fragen biochemische Methoden einführt. Beim Studium der Rhizoctonia violacea auf der Rübe konstatiert er, daß das Myzel in die parenchymen Gewebe durch Enzyme eindringt, die durch hydrolytische Zerlegung die Saccharosen in Hexosen umwandeln. Die Dissimilation steigt hierbei, so daß der Verlust an Zucker ein großer ist. Er analysiert sehr häufig gesunde und kranke Rüben und konstatiert das Sinken des Zuckergehaltes bei der erwähnten Rhizoctonia ebenso wie bei den von dem Pilz Cercospora beticola befallenen Pflanzen.

Es überrascht, daß Prof. Stoklasa schon vor 40 Jahren Rübenwürzelchen in einer $1‰$ Quecksilberchloridlösung sterilisiert und ihre Entwicklung mit jener der nicht gebeizten Würzelchen vergleicht. Seine zahlreichen Versuche zeigen, daß die gebeizten, in den durch Brand infizierten Boden gebrachten Würzelchen der Krankheit nicht so unterliegen wie die keimenden Pflanzen von nicht gebeizten Samen. Deshalb empfahl er nach den gemachten Erfahrungen schon damals die Beizung des Rübensamens.

Wie richtig Stoklasa zu urteilen verstand, geht auch aus seiner Studie über die Rübentumore hervor. Im Jahre 1898 (Listy Cukrovarnické vom 10. Dezember) sagt er an einer Stelle: „Obwohl die Ansichten über die Entstehung der Tumore bis heute Hypothesen sind, scheint doch ihr parasitischer Ursprung — obwohl er bisher nicht bestätigt ist — das Wahrscheinlichste zu sein." Die Ätiologie dieser damals so rätselhaften Krankheit durchlief einen Wust von Irrtümern.

Im Jahre 1893 trat Prof. Stoklasa zum ersten Male mit einer phytopathologischen Arbeit hervor. Es war dies ein in den Listy Chemické abgedruckter Vortrag in der Versammlung der Tschechischen chemischen Gesellschaft über das Thema „Vorläufiger Bericht über Versuche auf dem Gebiete der Physiologie. Die Lösung der Frage dieser Tumore gelang erst später E. Smith in Washington, nachdem er vorher der Lösung der Frage dieser heute schon mehr bekannten Bakteriosen fast 20 Jahre fleißiger Arbeit gewidmet hatte. Prof. Stoklasa aber nahm damals sehr wohl wahr, daß es sich nicht um die Folge einer vielleicht mechanischen Verletzung, sondern um die Folgewirkung eines Parasiten handle. Es ist kein Wunder, daß damals nicht nachgewiesen werden konnte, daß dieser Parasit nicht die Nematode Tylenchus ist. Es bedeutete jedoch einen wichtigen Schritt nach vorwärts, wenn Stoklasa feststellte, daß der Rübentumor weniger Saccharose enthält, daß er leicht der Fäulnis unterliegt, und daß dann sein Zuckergehalt rasch sinkt: „Jede, sei es mechanische oder parasitäre Verletzung des Tumors, hat einen schnellen Zerfall der Masse zur Folge." Die Inversion der Saccharosen in den Tumoren war schon damals Stoklasa bekannt.

Die Zuckerrübe bildete für Stoklasa überhaupt ein beliebtes Studienobjekt nach verschiedenen Richtungen hin. Darum interessierten ihn auch die auf der Rübe erscheinenden Nematoden, die das Erträgnis dieser Frucht nicht selten erheblich vermindern. Er schrieb öfter darüber in den Listy Cukrovarnické und gibt im Vereine mit Prof. Vaňha zwei selbständige ausführliche Arbeiten heraus, die eine unter dem Titel Hlízky řepy cukrové (Die Knöllchen der Zuckerrübe) 1895, Verlag des Vereins für Zuckerindustrie, die zweite unter dem Titel „Die Rübennematoden" (Heterodera, Dorylaimus, Tylenchus) 1896, eine Schrift von 100 Seiten mit vier wohlgelungenen Tafeln. Dreißig Jahre nach der Entdeckung der Heterodera Schachtii beschreibt er hier die Anatomie dieses Schädlings, dessen Existenzbedingungen, die Krankheitssymptome, die Wirtspflanzen, die Verbreitung des Schädlings und den Schutz vor der Krankheit. In diesen Arbeiten warnt er schon damals die Landwirte vor der Verwendung nichtdesinfizierten Schlammes aus den Absatzgruben der Zuckerfabriken und behauptet, daß er oft Gelegenheit hatte, zu beobachten, wie die Landwirte durch den Ankauf von Schlamm aus den Absatzgruben die Nematoden auf ihren Feldern verbreiten. Deshalb rät er, diesen Schlamm mit Ätzkalk gründlich zu alkalisieren.

Außer mit diesen Nematoden beschäftigte er sich mit den Wurzelälchen (Heterodera radicicola) der Rühe, führt gelungene Infektionsversuche durch und bekämpft die Anschauung, daß dieser Parasit der Pflanze nicht schade. Ähnlich weist er nach, daß die Würmer der Familie Enchytraeus wirklich Parasiten der jungen Rübe sind. Er erbringt diesen Nachweis über Aufforderung des bekannten deutschen Phytopathologen Frank durch Versuche, bei welchen er lebenden Boden und Rübensamen sterilisiert. Auch beim Studium der Nematoden analysierte er stets krankes Rübenmaterial und berechnete, in welchem Maße der Zuckergehalt unter dem Einflusse des Schädlings zurückging. In analoger Weise verfuhr er auch bei der Peronospora Schachtii.

Bei der Aufzählung der Rübenschädlinge berücksichtigt er ganz moderne Schutzmethoden, wie es z. B. die biologischen Bekämpfungsmethoden sind: „Es

ist an der Zeit, Infektionsversuche mit dem Pilze Botrytis tenella durchzuführen, der unter den Engerlingen der Maikäfer eine Epidemie hervorruft und sie in Staunen erregender Weise in der Erde vernichtet."

Das größte wirklich phytopathologische Werk Stoklasas ist die „Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen", Berlin und Wien 1923. Dieses Buch umfaßt beinahe 500 Seiten und enthält zahlreiche farbige und schwarze Reproduktionen. Prof. Stoklasa hatte bereits in seiner Jugend während seiner Wirksamkeit in einer chemischen Fabrik Gelegenheit, die pathologischen Einflüsse einiger Elemente und ihrer Verbindungen, besonders S, F, Cl, SO_2, zu beobachten. Außerdem hatte er in späteren Jahren Gelegenheit, die Störungen dieser schädlichen Einflüsse als zur Entscheidung in Gerichtsprozessen berufener Sachverständiger bei Rauch- und anderen Schädigungen der Pflanzenkulturen in Böhmen und Mähren zu studieren. Daher war er in der Lage, in sein Buch eine Menge neuer Tatsachen und besonderer Beobachtungen aufzunehmen, so daß es heute auch in der Literatur des Auslands kein größeres systematisches Werk, das diese Frage behandelt, gibt. Das Buch Stoklasas wird noch bei weitem nicht richtig gewürdigt. Es ist in 21 Teile geteilt, welche von dem Ursprung des Schwefeldioxyds, von den durchgeführten Versuchen, vom Einflusse der Rauchgase auf die Transpiration und Assimilation, von der Klassifikation der Vergiftungen, von der Zerstörung des Chlorophylls und des Plasmas, vom Einflusse der Rauchgase auf die biologischen und chemischen Eigenschaften des Bodens, von den Methoden zur Bestimmung der toxischen Störungen, von den Präventivmaßnahmen gegen diese Schäden, von der diese Frage betreffenden Legislative u. a. handeln. Das Buch überzeugt uns von der Aktualität des Problems, es überzeugt uns davon, wie sich der Weltverbrauch von Kohle vom Jahre 1800 bis zum Jahre 1910 auf das Hundertfache gesteigert hat, wie die Verunreinigung der Luft durch das Schwefeldioxyd immer größer und größer wird (in Prag werden jährlich 12 Millionen q Kohle verbrannt, aus denen 8 Millionen q schwefliger Säure entstehen) und wie namentlich die Vegetation in der Nähe größerer Städte und Industriemittelpunkte immer mehr und mehr leidet. Prof. Stoklasa stellt die Gruppen der Kulturpflanzen nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die toxischen Einflüsse zusammen; diese Reihen konstruiert er auf Grund der eigenen Beobachtungen und Experimente. So gibt es z. B. für die Feldkulturpflanzen eine Reihe von 44 Feldfrüchten, bei denen die erste Stelle die widerstandsfähigsten einnehmen; es sind dies die Hackfrüchte (Zichorie, Rübe, Wasserrübe, Kartoffeln). An letzter Stelle finden wir als die empfänglichsten Pflanzen die Schmetterlingsblütler, Bohnen, Fisolen, den Wiesenklee, die schmalblättrige Lupine. Sehr interessant ist es, wie Stoklasa die Resistenz der Hackfrüchte erklärt. Diese Pflanzen, die meist große Blätter besitzen, leiten nach seinen Analysen die resorbierte schweflige Säure in ihre Reserveorgane ab, so daß die Assimilationsorgane bei diesen Pflanzen vor den toxischen Einflüssen verschont werden. Er führt aber auch Versuche mit Gartenpflanzen durch und beobachtet ihre Empfänglichkeit für diese Einflüsse. Er gelangt zu der Überzeugung, daß die empfänglichsten Gartenpflanzen die Rosen sind, mit welchen er in 10 verschiedenen Sorten experimentierte. Außerdem studierte er die Reaktion der Fuchsien und Pelargonien auf Rauchgase. Neben den

Gartenkulturen beschäftigte er sich auch mit den Waldbäumen und verfolgte an ihnen in Gläsern die Wirkungen der atmosphärischen Schädlichkeiten. Auch bei diesen Bäumen stellt er eine Reihe von 30 verschiedenen resistenten Arten auf. Nach seinen Wahrnehmungen soll diese Reihe mit dem Ahorn und einigen anderen Laubbäumen als resistenten Bäumen beginnen und mit den Koniferen, namentlich dem Wacholder, der Lärche, der Fichte und auffallenderweise der Esche als rezeptivsten Bäume enden. Mit seinen empirischen Reihen korrigiert er, wie auch an vielen anderen Stellen, einige frühere Autoren.

Die durch die Rauchgase bewirkten Vergiftungen klassifiziert er als akute, chronische (die Versuche und Beobachtungen über diesen Gegenstand führte er bereits in Peček in den Jahren 1883 bis 1894 durch) und unsichtbare Schäden. Interessant sind die Forschungen Stoklasas über den Einfluß der schwefligen Säure auf die photosynthetische Assimilation (zahlreiche Versuche), auf die enzymatische Tätigkeit der Pflanzen und auf die Atmung, bei welcher er nachweist, daß die schweflige Säure die Mechanik der physiologischen Verbrennung stört.

Überraschend wirkt die Tatsache, daß in den Kohlengebieten im westlichen und nördlichen Böhmen und im Ostrauer und Karwiner Revier alljährlich unermeßliche Schäden an der Pflanzenproduktion verursacht werden. Die gesamten wirtschaftlichen Schäden in der Tschechoslowakischen Republik schätzt Prof. Stoklasa auf 250—300 Millionen Kč jährlich, und er behauptet, daß die Pflanzenproduktion sich bei uns infolge des Einflusses der Rauchschäden um 30—90% erniedrigt. Darum fordert er die Regierungen auf, dieser volkswirtschaftlich so wichtigen Frage Beachtung zu schenken und die Errichtung von Anstalten für Lufthygiene in Erwägung zu ziehen. Es ist das Verdienst Stoklasas, daß die Frage der Rauchschäden internationale Bedeutung erlangt hat und daß er sie auch vor das internationale Forum des Landwirtschaftlichen Instituts in Rom gebracht hat.

Und so nehmen wir in den Arbeiten Stoklasas wahr, wie er ständig und unverwandt seinen Blick auf das praktische Leben, auf die landwirtschaftliche Praxis richtet. Die Worte Nationalvermögen, Rentabilität, Ertrag, Pflanzenproduktion kehren sehr häufig in den Werken dieses Gelehrten wieder. Auf dem Gebiete der Phytopathologie verdient ferner besonders hervorgehoben zu werden, daß sich die Arbeiten Stoklasas auf der richtigen Grundlage bewegen. Immer ist zu erkennen, daß die Mutterdisziplin der Phytopathologie die Physiologie mit der Biochemie ist und sein soll. Wenn sich auch Prof. Stoklasa nicht die phytopathologische Forschung als Lebensaufgabe erwählt hat, so sind doch seine phytopathologischen und ohne Zweifel auch seine anderen Arbeiten, wie dies bei einem genialen Forscher seines Schlages auch gar nicht anders sein kann, ein leuchtendes Musterbeispiel dafür, wie die wissenschaftlichen Arbeiten in der Phytopathologie begründet sein sollen. Es ist, als ob er mit ihnen auch in diese wissenschaftlich so wichtige Disziplin eingreifen und sagen wollte: „So müßt ihr diese Disziplin auffassen und so eure Arbeiten fundieren!"

Zum Schlusse sei mir gestattet, noch folgende wenigen Worte zu sagen: Die Zahl der Werke Stoklasas, die sich auf dem Büchermarkte der ganzen wissenschaftlichen Welt finden, erfüllt uns einfach mit Staunen und tiefer Ehrfurcht, so daß wir uns fragen, wie es einem einzigen Menschen möglich war und ist,

der Welt so viele monumentale Werke zu schenken, und welches wohl die Mechanik der geistigen Werkstätte eines solchen Forschers sein möge. Es bleibt nichts übrig als zu glauben, daß hier die Vorsehung in e i n e Seele auf einmal so viele Kräfte gelegt hat. Hierzu möchte ich noch folgendes erwähnen: Professor Stoklasa weiß, daß — wie die Deutschen sagen — „Wer rastet, der rostet"; er begehrt für sich keine besondere Ruhepause, wie er auch der Deputation der Tschechoslowakischen Akademie für Landwirtschaft geantwortet hat, welche ihn am Tage seines 70. Geburtsfestes beglückwünschte, er glaubt vielleicht auch gar nicht an Überarbeitung. Seine Frische zeigt uns dies ja deutlich. Man könnte an Prof. Stoklasa einen Beleg für die Behauptung sehen, daß umsomehr Energie erzeugt wird, je mehr davon verbraucht wird. Und ferner: Seine Genialität und sein Schaffen habe ich nicht nur einmal im Stillen mit der Genialität des Künstlers, sagen wir des Musikers, verglichen. Ein bedeutender, bei uns wohlbekannter Komponist erklärte mir einmal gesprächsweise, wie ihn seine Gedanken zwingen, dies oder jenes niederzuschreiben, wie sein Kopf voll von ihnen sei, und wie sie ihn bis in die Fingerspitzen durchströmen, kurz, wie man in ihnen aufgeht. Später als der Herr Professor unser hochgeschätzter Gast war, sprach er bei einer Gelegenheit auch darüber, wie der wahre Gelehrte in den Gedanken über die Probleme, die auf ihn einstürmen, versinken müsse. Ohne Zweifel gibt es hier viele Ähnlichkeiten zwischen der Genialität des Gelehrten und des Künstlers. Es bleibt uns nur übrig, ihm und uns zu wünschen, daß der Herr Professor weiterhin in voller Gesundheit und Frische in den Gedanken seiner wissenschaftlichen Probleme aufgehe, zur Freude der ganzen wissenschaftlichen Welt.

Über die Bedeutung der Arbeiten Prof. Stoklasas für die Forstwirtschaft.

Von Ing. Dr. Václav Vrbenský,
Assistent der Staatlichen landw. Versuchsanstalten in Prag.

Über die Bedeutung der Arbeiten Prof. Stoklasas für die Forstwirtschaft läßt sich zwar nicht ein allzu umfangreiches Referat geben, doch nicht etwa deshalb, weil seine Bedeutung auf diesem Gebiet geringer wäre, als auf anderen, sondern aus dem Grunde, weil die Forstwirtschaft auf dem Gebiete Stoklasas — der Biochemie — heute noch nicht auf der Stufe steht, daß sie die Erkenntnisse, welche ihr Stoklasa gegeben hat, voll und ganz verwerten könnte.

Die Forstwirtschaft wird erst in Zukunft aus den Arbeiten Stoklasas Gewinn ziehen, denn beinahe alles, was Stoklasa durchgearbeitet hat auf dem Gebiete der allgemeinen Pflanzenproduktion, der Biochemie des Bodens, der Pflanzen und Tiere, und was in der Landwirtschaft bereits in bedeutendem Maße verwertet wurde, wurde auch teilweise für die Produktion der Waldvegetation in Anwendung gebracht. Sei es nun die Frage der Durchlüftung und des Lebens des Bodens, respektive der Zuführung des Sauerstoffes, weiter der Assimilations- und Dissimilationsprozesse im Boden, der physiologischen, chemischen und biologischen Absorption der Nährstoffe, weiter bezüglich des Durchsickerns der biogenen Elemente in den Untergrund, des Aufbaues und Abbaues der stickstoffhaltigen organischen Substanzen, der Kohlehydrate, usw., so sind dies alles Probleme, die Stoklasa gelöst hat und die momentan im Vordergrunde der forstwirtschaftlichen Forschung stehen. Allerdings sind die Verhältnisse im Walde von den Verhältnissen im Kulturfelde weit verschieden; aber die Probleme existieren, sind von Stoklasa aufgedeckt und werden gelöst werden.

In zahlreichen Problemen hat Stoklasa direkt in das Gebiet der Forstwirtschaft eingegriffen. Schon in seiner Jugend, in seinen, in der ältesten tschechischen forstwirtschaftlichen Zeitschrift „Háj" veröffentlichten Artikeln zeigt Stoklasa seine Neigung zu diesem Fache und sieht eine große Menge Probleme, die sich dem Forstwirtschaftler entgegenstellen und erkennt auch die ungeheuere Arbeit, die desselben harrt, wenn er sich zur Erkenntnis dessen durchringen will, was ihm so teuer ist, zur Erkenntnis seiner Wälder und hauptsächlich ihres Lebens.

In seinen ersten Studien über Aluminium behandelt Stoklasa das Problem der Verwitterung der Gesteine und deren Produkte. Diese primären Verwitterungsprodukte sind in ihrem jüngsten Stadium die Träger und Ernährer der Waldvegetation. Seine Forschungen über die biologischen Vorgänge in

Verwitterungsprodukten unter der ersten Moosschichte auf Felsen eröffnen dem Forstwirtschaftler neue Horizonte und geben ihm neue Erkenntnisse über die Vegetation, die sich auf sozusagen kahlen Felsen ansetzt. Seine „Pedologische Studien", die in Prag bei Reinwart, sowie in der Zeitschrift für landwirtschaftliches Versuchswesen bei Parey erschienen sind, stehen in vollem Zusammenhange mit seiner ausführlichen Monographie über die „Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen" (Fischer, Jena 1922). In diesen allgemein als klassisch anerkannten Arbeiten entwickelt Stoklasa ganz neue Anschauungen über die Bedeutung des Aluminiums namentlich für Waldkulturen. Das Aluminium spielt eine wichtige Rolle bei der Resorption des Eisens und die Waldkulturen könnten in einem eisenreichen Boden nicht existieren, wenn das Aluminium die schädlichen Wirkungen des Eisens nicht paralysieren würde.

Durch zahlreiche Analysen der Waldpflanzen und Bäume in bezug auf ihren Gehalt an Aluminium und Eisen, sowie durch viele Versuche in dieser Richtung trägt Stoklasa sehr viel zu der wichtigen Aufgabe — das Leben in unseren Wäldern zu enthüllen — bei. Aus seinen Erkenntnissen über die Torfe und Torflager, werden die Forstwirtschaftler Nutzen ziehen, wenn sie diese unfruchtbaren und gefürchteten Stellen wieder beforsten und so der Waldvegetation und der Menschheit zurückgewinnen werden. Stoklasa zeigt hier die Bedeutung der organischen Verbindungen der biogenen Elemente für die Ernährung der Waldpflanze. Seine Anschauungen über die vorweltliche Flora geben uns mannigfaltige Anregungen zur Beurteilung der Ernährung unserer heutigen Waldvegetation. —

Direkt in das Gebiet der Forstwirtschaft gehören die Arbeiten Stoklasas über die Schäden, die durch Rauchgase und Fabriksexhalationen an der Vegetation verursacht werden. Seine Arbeiten gehören unter die ersten dieses Gebietes. Die Frage bezüglich der Beschädigung der Vegetation durch Rauch war seit jeher für die Forstwirtschaftler äußerst aktuell und wurde eigentlich durch dieselben auf das wissenschaftliche Forum gebracht. Stoklasa weist auf die Wichtigkeit dieses Problems für die Forstwirtschaft hin, hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Großzahl der Bergwerke und Industrieunternehmungen sich in der Nähe von Waldkomplexen befinden. Stoklasa hat gezeigt, wie die Rauchgase die Erträge der Feld- und Waldkulturen herabsetzen und hat die Behauptungen verschiedener Autoren in richtige Bahnen geleitet.

Durch seine Versuche über die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Waldholzarten gegen die Einwirkung von Rauch weist Stoklasa dem Forstwirtschaftler die Holzarten, welche er zur Errichtung von Schutzgürteln verwenden soll und aus denen sich die Waldbestände in den Rauchgebieten zusammensetzen sollen. Große Aufmerksamkeit widmete er auch der Frage bezüglich der Entwertung des Bodens durch die Einwirkung der schädlichen Gase, eine Frage, die in der Forstwirtschaft von weitgehender Bedeutung ist.

Über dieses Problem hat Stoklasa auf dem internationalen forstwirtschaftlichen Kongresse in Rom vorgetragen. Auf seine Anregung wurde dort

eine internationale Kommission zur Untersuchung der Einwirkung der Rauchgase auf den pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismus begründet, deren Präsident Stoklasa ist. Stoklasa konstatiert ein stetes Steigen dieser Beschädigungen und fordert die Staaten zur energischen Verteidigung der Land- und Forstwirtschaft auf; er fordert die Errichtung von Versuchsstationen zu diesem Zwecke, usw. Die Forstwirtschaftler werden sich immer mehr und mehr der Bedeutung Stoklasas auf diesem Gebiete bewußt und dringen immer tiefer in die geheimnisvollen Prozesse, die sich im Boden, sowie in dem ganzen Waldbestande abspielen, ein.

Stoklasa hat durch seine Arbeiten die Empfindlichkeit der Chlorophyllorgane der Koniferen gegen Schwefeldioxyd klargelegt. Es wurden die Atmungsprozesse der Koniferen unter dem Einflusse des Schwefeldioxydes beobachtet und man konstatierte, daß das Schwefeldioxyd und die schweflige Säure nicht so sehr die Dissimilationsprozesse, sondern mehr die photosynthetischen Prozesse schädlich beeinflussen und, daß die Koniferen in dieser Beziehung die empfindlichsten Pflanzen sind; das Chlorophyll der Koniferen wird durch die schweflige Säure sehr leicht abgebaut.

Interessant sind die Arbeiten Stoklasas über den Kreislauf des Kohlenstoffes, Stickstoffes, Phosphors und Kaliums in den Waldböden. Namentlich die Bedeutung des Kohlenstoffproblemes für die Ernährung der Waldvegetation wird in seinem neuesten Werke, das überall mit größtem Beifall aufgenommen wurde, „Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens" in eingehender Weise klargelegt. Er eröffnet uns ganz neue Perspektiven über das Leben im Waldboden und aus seinen Ausführungen geht deutlich hervor, welch große Bedeutung der Metabolismus der im Boden lebenden Mikroorganismen für den gesamten Aufbau neuer lebender Pflanzenmasse besitzt. Die Bodenatmung ist ein Faktor von höchster Wichtigkeit und die vom Boden ausgeschiedene Menge Kohlendioxyd ein Indikator der Fruchtbarkeit des Waldbodens. Die ganze Entwicklung der Boden-Mikroorganismen steht in Zusammenhang mit der Abbaufähigkeit der organischen Substanzen des Waldbodens und weiter mit der Reaktion des Bodens. Stoklasa hat sich eingehend mit dem Studium der Wasserstoffionenkonzentration der Waldböden beschäftigt und dargelegt, unter welchen Verhältnissen ein normaler Wuchs und Aufbau neuer lebender Substanz der Waldbäume stattfinden kann. Die Reaktion des Bodens und deren Kenntnis sind dem Forstwirtschaftler ein Wegweiser bei der Anlegung und Kultur von Beständen auf sauren Böden. Stoklasa wies in diesem Sinne auf die Eigenschaften der sauren Wald- und Torfböden hin und schreibt diesem Faktor eine wichtige Rolle und zwar nicht nur in direkter Beziehung bei der Keimung, sondern auch in indirekter, durch die Beeinflussung der biologischen Bodentätigkeit zu.

Von großer Bedeutung sind die Arbeiten Stoklasas über die Radioaktivität der Waldböden. Er gelangte zu der Erkenntnis, daß die Radioaktivität einen wichtigen Faktor bei der gesamten Entwicklung der Waldkulturen darstellt, und daß die Alpha-, Beta- und Gammastrahlen verschiedenartige Wirkungen auf die Keimung der Samen, sowie auf die synthetischen Prozesse

in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle der Waldvegetation ausüben.

Alle Forschungen Stoklasas auf dem Gebiete der Forstwirtschaft zeigen uns, daß Stoklasa schon von Jugend an bestrebt war, die sich im Waldboden, sowie in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle der Waldvegetation abspielenden geheimnisvollen Vorgänge zu enthüllen. Sein Leben wurde zwar vollständig von der Landwirtschaft in Anspruch genommen, aber er hat bei seinen Studien über die fundamentalen Prozesse, wie die photosynthetische Assimilation, die Atmungsvorgänge, die Bedeutung der biogenen Elemente für die Entwicklung der Pflanzen stets auch die Forstwirtschaft mit in Betracht gezogen. Was hätte er alles geschaffen, wenn er sich, wie in seiner Jugend, auch weiterhin der Forstwissenschaft gewidmet hätte! — Alle seine Arbeiten dokumentieren seine außerordentlichen Kenntnisse auf dem Gebiete des Waldbaues und es wird in der gesamten forstwissenschaftlichen Literatur auf seine Publikationen Bezug genommen. Stoklasa hat der Forstwirtschaft durch seine Forschungen ungeahnte Perspektiven eröffnet und neue Wege gewiesen, die er von seinen jungen Mitarbeitern dann weiter ausbauen ließ. Der Name Stoklasa ist in der Forstwissenschaft unvergänglich, denn seine Arbeiten, wie die Pedologischen Studien, das Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens, das Werk über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur, über die Bedeutung der einzelnen biogenen Elemente für die Ernährung der Waldvegetation, über den Einfluß des Schwefeldioxyds und Fluors auf die Waldbäume, haben den Charakter der modernen forstwirtschaftlichen Forschung deutlich beeinflußt.

Zweiter Teil

Wissenschaftliche Beiträge aus den Forschungsgebieten Stoklasas

On the Universal Presence of Manganese Compounds in Plants and their Physiological Significance.

By Prof. Dr. K. Aso.
Professor of Agricultural Chemistry. Tokyo Imperial University.

Although manganese is one of the general constituents of plants, only a few investigators have paid their attention as to the presence and the physiological function of manganese compounds in plants. In the analyses of plantashes, majority of the agricultural chemists made no effort to determine manganese in plants, since the amounts usually found in them are very small.

At the same time, the method of determination of manganese in plantashes was rather unsatisfactory. The determination of small amounts of manganese by changing manganous salts into permanganate is quite practical, but neither peroxide-method nor persulphate-method give accurate result owing to the fading of permanganate-color. H. H. Willard and L. H. Greathouse [1]) have proposed a new method by using periodate in stead of persulphate, and I have compared this new method with the other colorimeteric methods and found that this is more simple and reliable than the others.

I have determined the manganese in plants with several hundreds of samples from which some results are noted in the following table:

No.	Name of Plants	In 100 parts of dry matter		In 100 parts of Ash
		Ash	Mn_2O_3	Mn_2O_3
1	Leaves of Pinus densiflora	2.88	0.024	0.833
2	Seeds of Pinus koraiensis	1.38	0.018	1.304
3	Leaves of Cryptomeria japonica	4.29	0.010	0.233
4	Leaves of Photinia glabra	7.53	0.025	0.333
5	Leaves of Cinnamomum Camphora	5.72	0.025	0.437
6	Leaves of Bambusa	14.86	0.008	0.053
7	Leaves of Thea japonica	8.09	0.087	1.075
8	Leaves of Magnolia grandiflora	7.16	0.009	0.125
9	Old leaves of Thea sinensis	5.48	0.038	0.693
10	Young leaves of Thea sinensis	4.20	0.014	0.333
11	Green tea A	5.98	0.260	4.347
12	Green tea B	5.48	0.040	0.729
13	Green tea C	6.58	0.120	1.671
14	Green tea D	5.51	0.122	2.214
15	Green tea E	5.93	0.254	4.283
16	Leaves of Polygonum tinctoria	17.49	0.108	0.617
17	Leaves of Rhodea japonica	3.91	0.007	0.179
18	Leaves of Yucca filamentosa	5.62	0.021	0.373

[1]) Jour. American Chem. Society Vol. XXXIX. No. 11. 1917. Also compare Soil Science Vol. XXII. No. 6. 1926.

No.	Name of plants	In 100 parts of dry matter		In 100 parts of Ash
		Ash	Mn_2O_3	Mn_2O_3
19	Lycopodium clavatum	4.73	0.071	1.501
20	Leaves of Cosmos	9.88	0.060	0.607
21	Stems of Cosmos	7.77	0.040	0.514
22	Leaves of Dahlia	12.95	0.026	0.201
23	Grains of paddy rice	4.32	0.015	0.347
24	Straw of paddy rice A	20.12	0.297	1.475
25	Straw of paddy rice B	25.65	0.361	1.446
26	Straw of paddy rice C	21.77	0,103	0.473
27	Straw of paddy rice D	22.48	0.114	0.507
28	Straw of upland rice	15.09	0.010	0.066
29	Straw of Barley	11.25	0.014	0.124
30	Grains of millet	3.03	0.005	0.165
31	Straw of millet	8.75	0.015	0.172
32	Green crop of Genge	9.64	0.023	0.237
33	Green crop of Hairy Vetch	11.21	0.024	0.214
34	Green crop of Alfalfa A.	7.83	0.008	0.102
35	Green crop of Alfalfa B.	10.93	0.024	0.219
36	Leaves of Radish	14.27	0.033	0.231
37	Roots of Radish	8.32	0.006	0.072
38	Tubers of Potato	11.60	0.006	0.052
39	Leaves of Colocasia antiquorum	13.45	0.049	0.364
40	Roots of Colocasia antiquorum	5.07	0.003	0.059
41	Leaves of Oenanthe stolonifera	16.84	0.155	0.920
42	Leaves of Spinacea oleracea	15.68	0.029	0.186
43	Roots of Wasabia japonica	8.45	0.008	0.094
44	Leaves of Brassica chinensis	15.38	0.013	0.085
45	Roots of Gingiber officinale	6.56	0.015	0.228
46	Fruits of Capsicum annum	6.59	0.005	0.076
47	Fruits of Apple	1.97	0.002	0.101
48	Fruits of japanese Pear	2.09	0.003	0.143
49	Cortinellus Shiitake	5.49	0.011	0.200
50	Armillaria edodes	8.35	0.005	0.059
51	Seeds of Flax	4.29	0.013	0.303
52	Seeds of Rape	4.40	0.024	0.545
53	Seeds of Sesamum	6.21	0.007	0.113
54	Seeds of Soy-bean	5.49	0.006	0.109
55	Roots of Batata	2.49	0.003	0.120

Already twenty-seven years ago [1]), I reported as to the physiological significance of manganese in tea-leaves. A fact that a comparatively large amount of manganese present in tea-leaves induced me to determine the presence of nucleoproteid containing manganese and iron. However it has remained as a question whether one and the same nucleoproteid contains both of these metals or two nucleoproteids, one contains iron and the other, man-

[1]) Bul. College of Agriculture, Tokyo. Vol. IV. No. 4. 1900. Also, Flora, Ergänz. Bd. 1902.

ganese. Since then, I have suspected that the quantity of manganese in nucleoproteid is so small that such a quantity might be present in the adsorbed state, and I was induced to determine manganese of different forms in plants with the following results:

Plants	In 100 grams of airdry matter Mn_2O_3				
	Soluble in water mgr.	Soluble in normal H Cl after extract-ing with water mgr.	Soluble in dilute NH_4OH after extract-ing with water and H Cl mgr.	in Residue mgrm.	Total mgrm.
Green tea	64.81	175.34	2.33	3.59	246.07
Oenanthe stolonifera	46.42	102.98	1.61	1.90	152.91
Polygonum tinctoria	16.21	76.10	0.43	2.82	95.56
Straw of paddy rice	187.15	85.50	0.37	3.59	276.61

Plants	In 100 parts of total Mn_2O_3			
	Soluble in water	Soluble in normal H Cl after extract-ing with water	Soluble in dilute NH_4OH after extract-ing with water and H Cl	in Residue
Green tea	26.33	71.25	0.94	1.45
Oenanthe stolonifera	30.35	67.34	1.05	1.24
Polygonum tinctoria	16.96	79.63	0.44	2.95
Straw of paddy rice	67.65	30.90	0.14	1.29

Plants	Mn_2O_3 soluble in water		
	precipitated by alcohol mgr.	not precipitated by alcohol mgr.	Total mgr.
Green tea	26.58	37.57	64.17
Oenanthe stolonifera	28.58	15.81	44.39
Polygonum tinctoria	6.09	9.34	15.43
Straw of paddy rice	135.31	40.52	175.83

These results show that almost all of the manganese in plants are soluble in water and dilute hydrochloric acid; and the residue, after treating with hydrochloric acid, contains a very small amount of manganese, so that alkali-soluble parts contain only a minute quantity of it. Further a considerable

amount of manganese, soluble in water, is precipitated by alcohol. Consequently we may consider that some parts of manganese in plants might be present in the soluble inorganic form and exert some catalytic actions as O. Schreiner and P. R. Dawson [1]) have already suggested while the other parts, in organic combination.

Among the manganese salts, chlorides and nitrates are soluble and sulphates, insoluble in alcohol, so that it is difficult to conclude that alcohol-insoluble manganese is decidedly in organic form. Moreover, a part of manganese in organic form might be separated and dissolved by dilute hydrochloric acid as the following table shows:

In 100 grams of air-dried Tea-leaves.

Mn_2O_3 soluble in NH_4OH after treating with water, 90.42 mgr.

Mn_2O_3 soluble in NH_4OH after treating with water and dilute hydrochloric acid, 2.33 mgr.

From the above results, it seems that the manganese exists also in combination with proteinlike substances.

On the physiological influence of manganese compounds for plant-growth and their practical application in agriculture, I have made various experiments repeatedly since 1900 [2]) in water cultures and also in fields, and the results obtained are summarized as follows:

Manganese salts exert, on the one hand, an injurious action and, on the other, a stimulating influence on plants according to the concentration in culture solution, and manganese sulphate exerted a stimulating action upon radish, barley, wheat and pea in the dilution of 0,002%. Iron seems to counteract the action of manganese to a certain degree. The yellowing of leaves was noticed in water-culture solution containing manganese sulphate and also the roots gradually turned-brown. The intensity of the color reactions of the oxidizing enzymes of experimental plants exceeds that of the control plants. Since Bertrand observed a small percentage of manganese in oxidizing enzymes and attributed, to this metal, an essential rôle in their oxidizing action, I suggested also that the action of manganese in plants might be oxidation. O. Schreiner and P. R. Dawson [3]) have shown that the beneficial action of manganese may be due to its functions of aiding and increasing the oxidation process and other vital process in plant as well as soil, and by this means changing or destroying some noxious products detrimental to plant growth, and also showed a striking example of the manurial value of manganese sulphate on Tomato.

Since a long time ago, I have observed the beneficial value of the practical application of manganese sulphate and chloride in paddy fields for rice culture, but the increased percentage of the harvest varied according to the

---

[1]) Journ. Ind. Eng. Chem. Vol. 19. No. 3, 1927.

[2]) Bul. College of Agriculture, Tokyo. Vol. V., No. 2, 1902. Vol. VI, No. 2, 1904 and Vol. VII No 3, 1907

[3]) Journ. Ind. Eng-Chem. Vol. 19. No. 3. 1927.

various conditions, ranging five to thirty percent. On the other hand, W. P. Kelley [1]) explained the unproductive cause of Hawaiian soils for pineapples by attributing it to the presence of a large quantity of manganese compounds. B. E. Gilbert, F.T. McLean and L. G. Hardin [2]) have shown that chlorosis appeared in soils heavily-limed, was cured by the application of small amounts of manganese salts and the chlorotic plants had a lower manganese content than normal plants. Also the extensive work of J. S. McHargue [3]) has shown that plants make no further growth after the food material stored in the seeds, has been exhausted in the purified sand cultures containing all other essential elements in the available form except manganese and he suggested that manganese functions in the synthesis of chlorophyll and carbon-assimilation.

Lastly I desire that still numerous experiments will be carried out about the manganese problems for plant-growth and soils.

Further the numerous experiments on this subject are under way and their results will be reported in future.

GENERAL SUMMARY.

1. Since 1900, I have studied about manganese compounds in plants and their physiological significance. Manganese is one of the normal constituents of plants and there is no plant which does not contain manganese. The amounts of manganese in plants vary widely with the kinds of plants and also with different parts of the same plant.

2. Most of the manganese in plants are soluble in water and dilute hydrochloric acid, not much in dilute ammonia.

3. A considerable part of manganese soluble in water is precipitated by alcohol and mainly this might be present in organic combination.

4. The most parts of manganese seems to be present in the soluble inorganic state and to exert catalytic action in the metabolism of plants.

5. The stimulating action of manganese for plant-growth might be attributed to the catalytic action, probably to the oxidation in plants.

6. The presence of nucleoproteids or other proteinlike substances containing manganese has not so much significance as I had considered previously.

7. While manganese compounds cause yellowing of leaves, they cures chlorosis of plants according to the conditions.

8. Practical application of manganese compounds in rice-culture increased the harvest to a certain extent.

---

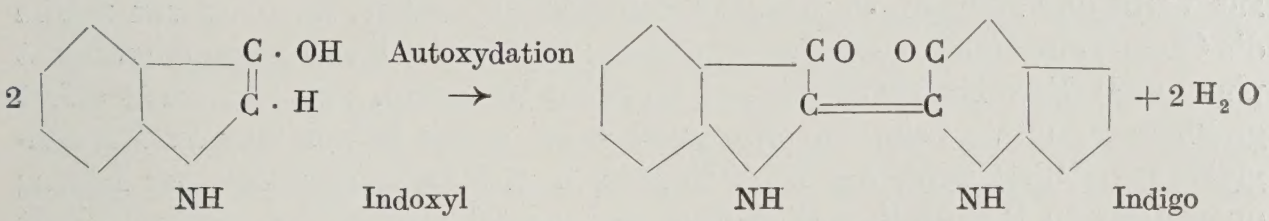
[1]) Hawaii Agr. Exp. Station. Press Bul. No. 23.
[2]) Soil Science Vol. XXII. No. 6. 1926.
[3]) Journ. Ind. Eng. Chem. Vol. 18. No. 2. 1926.

Über die Bildung von Farbstoffen aus natürlichen Pyrimidinen.

Von Oskar Baudisch.

Wenn wir die gefärbten Pigmente der Natur näher studieren, so wird uns der „König der Farbstoffe", der Indigo, vor allem besonders deshalb interessieren, weil sowohl das Pflanzen- als auch das Tierreich seine Synthese bewerkstelligen können. Im Pflanzenreich kommt eine Indikan [1]) genannte Verbindung vor, welche auf enzymatischem Wege in Glukose und Indoxyl zerfällt.

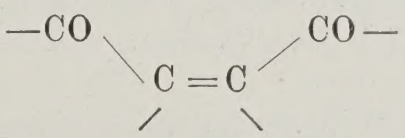
$$C_{14}H_{17}O_6N + H_2O = C_8H_7ON + C_6H_{12}O_6$$



Zwei Indoxylmoleküle vereinigen sich unter Wasserstoffaustritt und bilden Indigo.

Über die Ursachen der tiefen Farbe des Indigos fehlt uns heute noch eine präzise Vorstellung, doch nimmt man an, daß noch an einigen Stellen seines Moleküls bestimmte, durch ungenügende Valenzabsättigung charakterisierte Verhältnisse herrschen.

Man kennt heute eine bestimmte Klasse indigoider Farbstoffe, für die die Atomgruppierung:



charakteristisch ist, und die sowohl in der Biologie als auch in der Technik eine wichtige Rolle spielen.

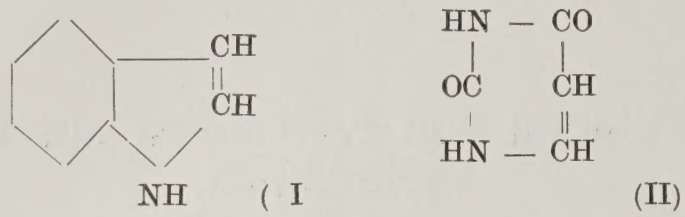
In der vorliegenden Arbeit wird nun gezeigt werden, daß sich die in der Indigo-Chemie gemachten Beobachtungen und Erfahrungen zum großen Teil auf die Pyrimidin-Chemie übertragen lassen.

Den ersten Anstoß zu dieser Ideenverknüpfung erhielt ich durch die vorübergehende Beschäftigung mit Indolbildenden Bakterien, vor allem mit dem Cholerabazillus.

Die bekanntlich oft in Bakterienkulturen auftretenden brillianten Farbstoffe, deren Konstitution noch unbekannt ist, könnten möglicherweise zum Teil in das Reich der indigoiden Farbstoffe gehören. Als ich später in Amerika, im Laboratorium von Prof. T. B. Johnson, Gelegenheit hatte, in die Pyrimidin-

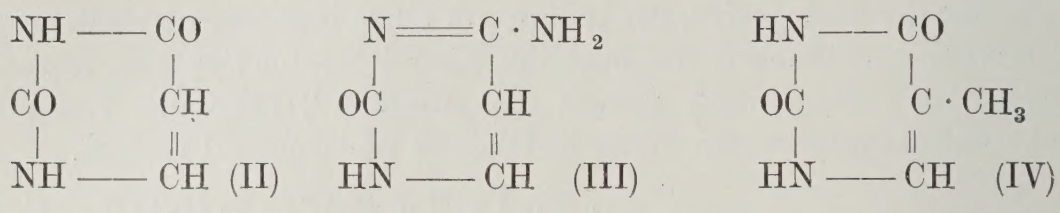
[1]) Schunck, J. 1855, 659; 1858, 465.

Chemie einzudringen, fiel es mir auf, daß im Urazilmolekül (II) ein Teil seiner Atomgruppierung jener des Pyrolringes im Indol (I) vollkommen identisch zu sein scheint.



(I (II)

Da mir durch das Entgegenkommen von Prof. T. B. Johnson einige Gramme der natürlichen Pyrimidine Urazil (II), Zytosin (III) und Thymin (IV):



zur Verfügung standen, so versuchte ich ihre Oxydation mit dem von mir in die Chemie eingeführten Oxydationssystem: Ferrosulfat plus Natriumbikarbonat plus Luft[1]) (Ferrobikarbonatperoxyd im status nascendi), und ich erhielt sofort greifbare Resultate beim Thymin, welches bei dieser Behandlung zu Thyminglykol [2]) oxydiert wird, das beim Erwärmen in bikarbonat-alkalischer Lösung quantitativ in Harnstoff, Kohlensäure und Azetol zerfällt. Ist genügend Luft vorhanden, so entsteht neben Azetol auch noch Brenztraubensäure.

Durch den neuen Oxydationsprozeß, der sich den natürlichen Verhältnissen vollkommen anpaßt, ist, wie wir sehen, die Thyminchemie mit der Zuckerchemie verknüpft worden, wodurch den Stoffwechsel-Biologen ein neues Feld der Untersuchung geöffnet wurde.

Wie verhält es sich nun mit Urazil und Zytosin? Beide sollten, wenn meine Annahme der Verknüpfung der Pyridin- mit der Indol- bzw. Indigochemie richtig war, bei der Oxydation nach Baudisch Farbstoffe liefern, da Indol, wie ich fand, bei der Behandlung mit Ferrobikarbonat und Luft über Indoxyl zu Indigo oxydiert wird.

Ehe wir auf die weiteren Versuche näher eingehen, wollen wir uns ganz kurz mit den Eigenschaften und Darstellungen der genannten Pyrimidine beschäftigen, um ersichtlich zu machen, warum wir uns bemüht haben, eine neue, einfache Synthese des Urazils zu finden.

Urazil (II) ist zuerst von Ascoli in Kossels [3]) Laboratorium im Jahre 1900 aus den Produkten der Hydrolyse von Hefenucleinsäure isoliert worden. Man findet es auch bei der Autolyse von Organen (Pankreas, Milz); in größerer Menge wird es durch Abbau der Triticonucleinsäure (aus Weizenembryo) gewonnen.

---

[1]) Ber. 54, 406 (1921).

[2]) Baudisch, O. u. Johnson, T. B., Ber. 55, 18 (1921).
Baudisch, O. u. Bass, L. W., Am. Chem. Soc. 46, 194 (1924).
Baudisch, O. u. Davidson David, Ber. 58, 1680 (1925).

[3]) Z. physiol. Ch. 31, 162 (1900).

Schon im Jahre 1901 versuchten Fischer und Roeder [1]) die erste Synthese, der bald weitere Synthesen anderer Forscher folgten, von denen besonders die von Wheeler und Merriam [2]) wichtig ist, weil sie gleichzeitig als Darstellungsmethode dient.

Thymin (IV) wurde zuerst von Kossel und Neumann [3]) 1893 aus der Thymusnucleinsäure isoliert. Die synthetische Darstellung gelang Fischer und Roeder, wodurch gleichzeitig der von Kossel und Neumann angegebene molekulare Aufbau dieser Verbindung bewiesen wurde.

Zytosin (III) wurde schon im Jahre 1893 von Kossel [4]) bei der Hydrolyse von Thymusnucleinsäure gefunden. Im Jahre 1903 wurde von H. L. Wheeler und T. B. Johnson [5]) Urazil-4-imid synthetisiert, welches sich als identisch mit Zytosin erwies. Diese, für die Entwicklung der Pyrimidin-Chemie so wichtige Synthese, eignet sich auch zur Darstellung dieser, in jeder lebenden kernhaltigen Zelle vorkommenden, wichtigen chemischen Verbindung. Interessant ist auch das Vorkommen von Zytosin in manchen Ackerböden [6]). In diesem Zusammenhang ist Stoklasas [7]) Nachweis von Asparagin in Wurzelknöllchen wichtig, da es Cherbuliez und Staurich [8]) in neuerer Zeit gelang, aus Formaldelzyd und Asparagin den Pyrimidinring zu synthetisieren.

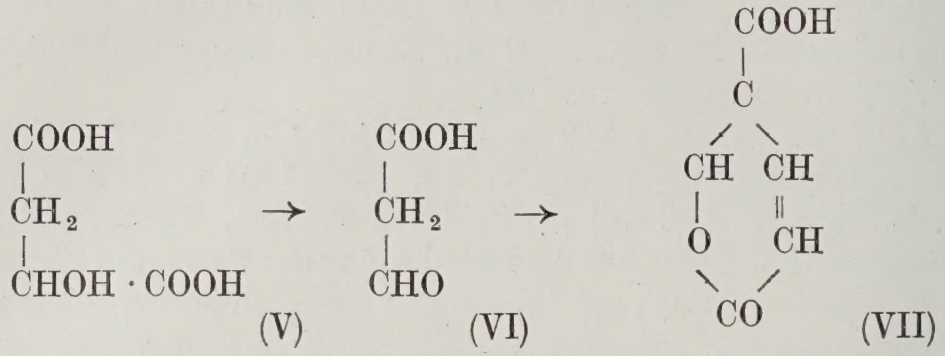
Über das Schicksal der Pyrimidine Urazil und Zytosin im Stoffwechsel der Tiere ist so gut wie nichts bekannt geworden. Um eingehende Versuche anzustellen, braucht man größere Mengen dieser Verbindungen, welche noch bis vor kurzem, trotz der bekannt gewordenen Synthesen, nur sehr schwer in größeren Mengen zugänglich waren. Ferner fehlte für systematische Stoffwechseluntersuchungen dem Biologen die chemische Unterlage, weil über das Schicksal des Pyrimidinringes bei milden, den natürlichen Verhältnissen angepaßten Bedingungen so gut wie nichts bekannt war.

Bei dem anfangs erwähnten Thymin oder 5-Methylurazil hatte die Anwendung der Ferrobikarbonat-Methode sofort zu wichtigen Resultaten geführt, obwohl uns nur wenige Gramme dieser wertvollen Substanz zur Verfügung standen. Als wir die neue Oxydationsmethode auf synthetisches Urazil und auf natürliches Zytosin ausdehnten, zeigte sich, daß diese Verbindungen beim Schütteln mit Ferrobikarbonat und Luft farblose, stark autoxydable, eisenhaltige Lösungen bilden, die sich unter Aufnahme von Sauerstoff tiefrot färben. Aber selbst nach Entfernung des zweiwertigen Eisens blieben sie autoxydabel und aus den anfangs farblosen Lösungen bildeten sich brilliant orange gelbe. Damit war der erste Schritt der Bildung gefärbter Stoffe aus den ungefärbten Urazil und Zytosin getan und eine weitere Verfolgung dieser Untersuchungen erschien aussichtsreich.

Für die weitere Ausarbeitung stellte sich aber die große Schwierigkeit der Beschaffung von Urazil und Zytosin in den Weg. Aus diesem Grunde begannen Davidson und ich [9]) zunächst die Arbeiten über die Synthese des Urazils aus Harn-

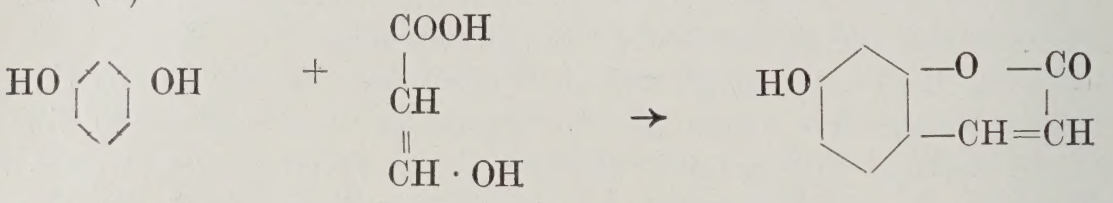
[1]) Ber. 34, 3761 (1901). — [2]) Am. Chem. J. 29, 478 (1903). — [3]) Ber. 26, 2753 (1893).
[4]) Ber. 27, 2219 (1894). — [5]) Am. Chem. J. 29, 496 (1903).
[6]) Schreiner und Lathorp, C., 1911, II, 1609; Lathorp, Chem. News. 115, 220 (1907).
[7]) Journ. of agric. Science 1909, 3, 179. — [8]) Berichte d. ges. Physiol. 14, 9 (1922).
[9]) David Davidson and O. Baudisch: The preparation of Uracil from Urea Journ. Am. Chem. Soc. 48, 2379 (1926).

stoff und Apfelsäure, zweier technisch dargestellten, billigen Verbindungen, welche zu einem vollen Erfolge führte. Die neue Synthese ist auf der von Pechmann-schen[1]) Beobachtung aufgebaut, daß konz. Schwefelsäure Apfelsäure (V) unter Abspaltung von Ameisensäure (oder $CO + H_2O$) in Formylessigsäure (VI) verwandelt, welche unter Selbstkondensation Kumalinsäure (VII) bildet.



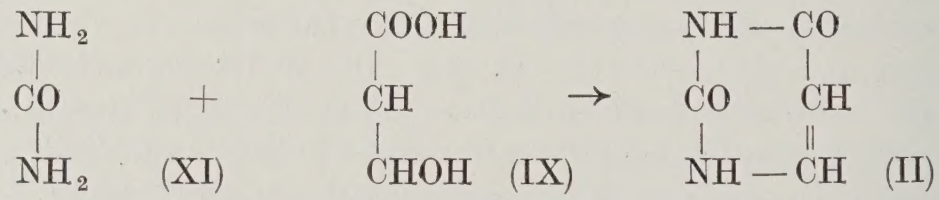
(V) (VI) (VII)

Ist jedoch ein Phenol z. B. Resorzin (VIII) anwesend, so reagiert die intermediär entstandene Oxymethylenessigsäure (IX) mit dem Phenol und bildet Kumarin (X).



(VIII) (IX) (X)

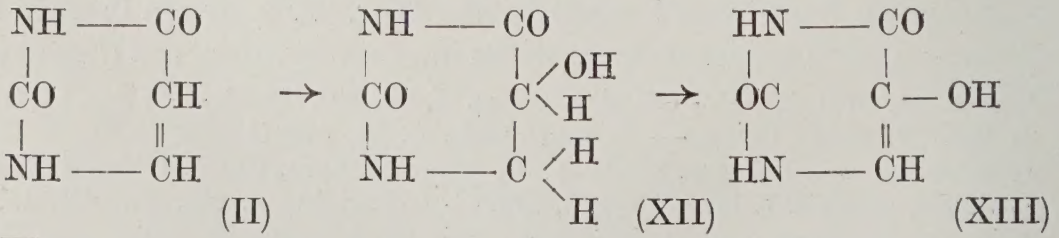
Nimmt man nun an Stelle von Resorzin Harnstoff (XI), so tritt eine ganz ähnliche Reaktion ein, welche zum Urazil führt:



(XI) (IX) (II)

Die Synthese führt zu einem reinen Produkt, und es ist leicht, 50—56% Ausbeute zu erhalten.

Die weiteren Untersuchungen über die Bildung von Farbstoffen aus Urazil konnten nun in relativ großen Mengen mit dem neuen synthetischen Produkt unternommen werden. Wenn wir nun wieder zu unserer Oxydation von Urazil mit Ferrobikarbonat und Luft zurückkehren, so können wir mitteilen, daß sich aus Urazil (II) über die intermediär gebildete Dihydro-isobarbitursäure (XII) Iso-barbitursäure (XIII) bildet, welche in schwach alkalischer Lösung in größter Verdünnung eine Anzahl charakteristischer Reaktionen aufweist.

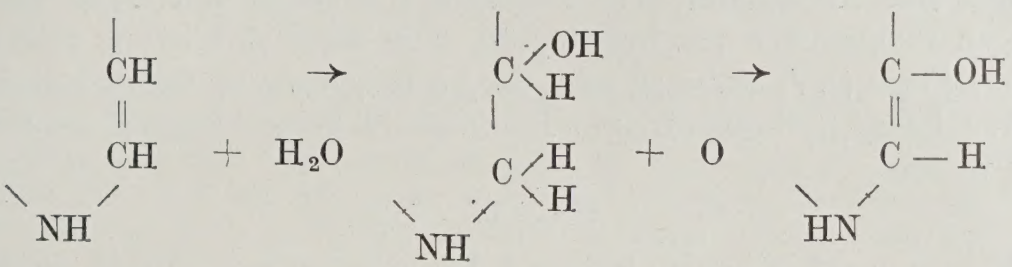


(II) (XII) (XIII)

[1]) Ber. 17, 936 (1884).

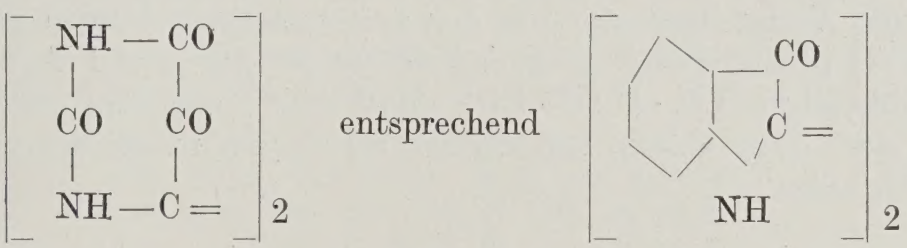
Ammoniakalische Silberlösung wird schon in der Kälte reduziert; mit Phosphormolybdänsäure entsteht eine tiefblaue Färbung. Mit Diazobenzolsäure tritt momentan eine tiefrote Färbung auf, die schon in wenigen Sekunden wieder verschwindet. Unter Eiskühlung bleibt die rote Färbung längere Zeit bestehen.

Es ist bemerkenswert, daß mit Ferrobikarbonat und Luft behandelte Lösungen von Urazil, Zytosin, Indol, Adrenalin und Histidin alle erwähnten Reaktionen in gleicher Weise geben, somit unter den erwähnten Umständen ähnliche oder gleiche Atomkonfigurationen in diesen sonst so verschieden aufgebauten, erwähnten Verbindungen zu erwarten sind, und zwar die folgenden:



Die genannten Verbindungen enthalten alle eine Aethylengruppe in Verbindung mit einer Imingruppe.

Die Bildung der gelben Pigmente aus oxydiertem Urazil oder Zytosin schien nach diesen Ergebnissen über Iso-barbitursäure zu gehen, ganz ähnlich wie beim Indigo, wo sich aus intermediär gebildetem Indoxyl, unter Abspaltung von Wasserstoff durch Autoxydation Indigo bildet (s. pag. 1). In unserem Falle sollte somit aus Isobarbitursäure die folgende Verbindung gebildet werden:

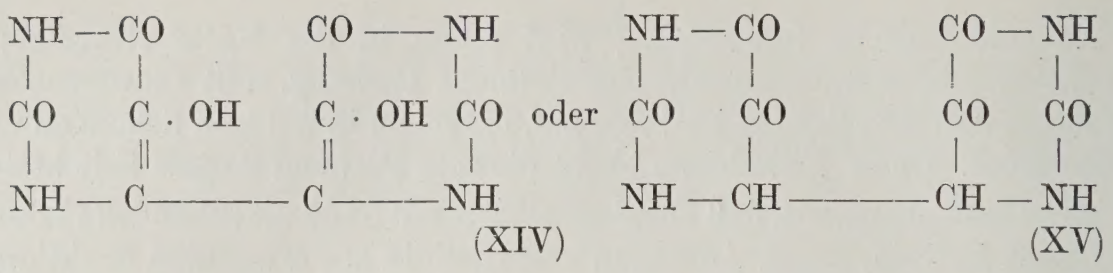


Urindigo (XVI) Indigo

Für die weiteren Untersuchungen wurde deshalb Iso-barbitursäure (XIII) als Ausgangsprodukt genommen, die wir aus dem synthetischen Urazil über das Nitro-Urazil leicht in größeren Mengen herstellen konnten.

Aus den bisherigen Mitteilungen über Oxydation von Iso-barbitursäuren kann man ersehen, daß die Doppelbindung sehr leicht angegriffen wird, und Bromwasser die Säure zu Iso-dialursäure [1]) (XVIII) oxydiert, während bei Anwendung von Permanganat der Ring gesprengt wird und Formyloxalylharnstoff (XIX) gebildet wird. Wir verwandten als Oxydationsmittel Ferrizyankalium, womit es uns gelang, die Oxydation zu kontrollieren. Isobarbitursäure wurde zu einem Teil in der Weise oxydiert, daß die Doppelbindung erhalten blieb, und nur ein Wasserstoffatom vom Gesamtmolekül wegoxydiert wurde. Eine Folge davon war, daß sich augenblicklich zwei Moleküle koppelten und eine leuchtend gelb gefärbte bizyklische Verbindung (XIV u. XV) entstand.

[1]) Behrend u. Roosen, A. 251, 242 (1889).



(XIV) (XV)

Für das neue Oxydationsprodukt der Iso-baritursäure wird der Name 4,4′-Di-isobarbitursäure vorgeschlagen. Die Verbindung ist leuchtend zitronengelb gefärbt, in Wasser und in den gewöhnlichen Lösungsmitteln sehr schwer löslich; sie bildet rote Alkalisalze, welche sich im Überschuß von Alkali lösen. Diese Lösungen fluoreszieren prachtvoll grün. Die neue Verbindung scheint nur in der Keto-Form (XV) stabil zu sein, da, im Gegensatz zu Iso-barbitursäure oder an deren 5-Oxy-pyrimidinen, mit Eisenchlorid keine blauen Komplexsalze gebildet werden.

Urindigo (XVI).

Wie wir gesehen haben, läßt sich Iso-barbitursäure (XIII) mit Ferrizyankalium zu einer bizyclischen Verbindung oxydieren.

Die Oxydation von Iso-barbitursäure entspricht, wie aus unseren bisherigen Experimenten zu ersehen ist, einer Oxydation von Indoxy zu Indigweiß und nicht, wie wir anfangs vermuteten, zu Indigo. Es war deshalb zu erwarten, daß noch zwei Wasserstoffatome aus 4,4′-Di-isobarbitursäure wegoxydierbar sein müssen. Diese Oxydation gelang uns in der Tat bei Anwendung von Salpetersäure oder Bromwasser. Wir erhielten aus der leuchtend gelben eine prachtvoll scharlachrote Verbindung, der wir den systematischen Namen Di-urazil-4,4′-indigo (XVI) geben. Diese neue Verbindung enthält gemäß Formel XVI die Atomgruppierung —CO · C : C · CO— und stellt somit den ersten gefärbten Vertreter einer neuen Klasse von Pyrimidin-Indigoiden vor. Wir geben ihr den Namen „Urindigo".

Beschreibung der Versuche.

Iso-barbitursäure:

Wir modifizierten die Methode von Behrend und Roosen[1]) in der folgenden Weise: 50 g 5-Nitro-uracil und 100 g Zinn wurden auf dem Wasserbad mit 550 ccm Wasser und 550 ccm konzentrierter Salzsäure solange erhitzt, bis die Nitroverbindung vollständig gelöst war, und Wasserstoff entwich. Aus der abgesaugten klaren Lösung schieden sich beim Erkalten 26 g reine, farblose Iso-barbitursäure (63% d. Th.) aus. 5 g 5-Aminourazil wurden aus der Mutterlauge gewonnen.

Di-isobarbitursäure:

Eine auf 5° gekühlte, klare Lösung von 51,2 gr (2 Mol.) Kaliumferricyanid in 200 ccm Wasser wird zu einer ebenfalls gekühlten Lösung von 10 g (1 Mol.). Iso-barbitursäure in Kaliumhydroxyd (13,2 g KOH (13 Mol.) in 200 ccm Wasser) hinzugefügt.

Das Reaktionsgemisch ist anfangs dunkelbraun und opak, aber schon nach kurzem Umrühren wird das Ganze leuchtend rot und durchsichtig, worauf das rote Dikaliumsalz der Di-isobarbitursäure ausfällt. Die Ausscheidung wird dadurch, daß man das Reaktions-

[1]) l. c.

gemisch einige Minuten schüttelt, außerordentlich beschleunigt. Durch Zentrifugieren und Waschen mit Wasser wird das Salz abgeschieden und gereinigt. Ausbeute 1,5 g.

0,09 89 g Sbst. verbrauchten 12,37 ccm n/10 HCl
$C_8H_4O_6N_4K_2$ Ber. N 16,97 gef. N 17,12.

Im Filtrat befindet sich Iso-dialursäure (oder Dialursäure), was durch die Fällung als rotviolettes Bariumsalz (mit Ba OH_2) leicht nachgewiesen werden kann.

Um die freie Di-isobarbitursäure zu erhalten, wurde das Salz in Wasser suspendiert und in 200 ccm kochende verdünnte Essigsäure gegossen. Das sehr schwer lösliche leuchtend zitronengelbe Produkt scheidet sich ab und wird noch mit heißem Wasser gewaschen.

0,1067 g Sbst.: 0,1502 g CO_2, 0,0254 g H_2O — 0,1003 g Sbst. verbrauchten 15.87 ccm n/10 HCl
$C_8H_6O_6N_4$ Ber. C 37.78, H 2.83, N 22.06
Gef. C 38.06, H 2.64, N 22.17

Di-isobarbitursäure ist in allen gewöhnlichen Lösungsmitteln sehr schwer löslich. Sie löst sich in konzentrierter Schwefelsäure, aus welcher sie beim Verdünnen mit Wasser wieder unverändert ausfällt. Mit verdünnten Alkalien bildet sich ein rotes Alkalisalz, welches sich im Überschuß von Alkali löst, worauf eine stark grün fluoreszierende Lösung resultiert. Durch Einleitung von Kohlensäure in diese Lösung gelingt es, das rote Alkalisalz wieder auszufällen.

Di-isobarbitursäure reduziert Silbernitrat-Lösungen in der Kälte. Mit konzentrierter Salpetersäure entsteht eine leuchtend scharlachrote Lösung (Urindigo), welche nach und nach verblaßt. Verdampft man die Lösung zur Trockne und befeuchtet den Rückstand, so bildet sich eine tief violettrote Färbung (Murexid-Probe). Mit Diazobenzol-sulfonsäure und Natriumbikarbonat gibt es anfangs keine Reaktion, beim Stehen jedoch entwickelt sich eine weinrote Färbung. Die Di-isobarbitursäure schmilzt nicht unter 310°.

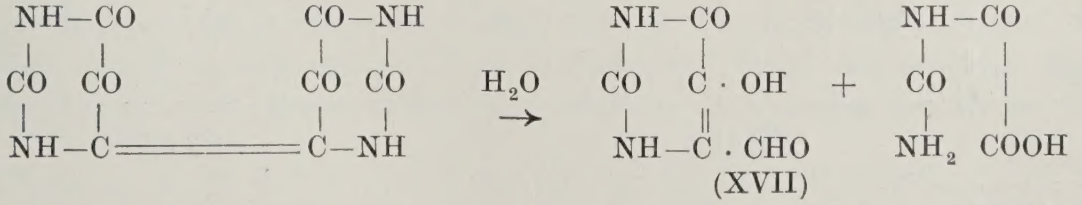
Urindigo:

1g (1 Mol.) fein pulverisierte Di-isobarbitursäure wird in 50 ccm kaltem Wasser suspendiert und unter Hinzufügung von 0,2 ccm (1 Mol.) Brom auf der Maschine heftig geschüttelt. Die gelbe Säure wird augenblicklich in das scharlachrote Indigoid übergeführt, welches man filtriert und mit Wasser wäscht. Ausbeute 0,7 g. Das Produkt ist Brom-frei.

0.0998 g Sbst.: 0.1394 g CO_2, 0.0168 g H_2O
— 0 . 1045 g Sbst. verbr. 16.37 ccm n/10 HCl
$C_8H_4O_6N_4$ ber. C 38.08, H 1.60, N 22.23
gef. C 38.09, H 1.87, N 21.95

Urindigo schmilzt nicht unter 310°. Er ist in den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln unlöslich. In konzentrierter Schwefelsäure löst er sich leicht und wird daraus durch Wasser wieder gefällt. Er löst sich auch in konzentrierter Salpetersäure, wird jedoch dabei langsam weiter oxydiert. In Bromwasser löst er sich langsam auf; wird diese Lösung mit einem Überschuß von Bariumhydroxyd behandelt, so wird eine rotviolette Fällung (Bariumdialurat) erhalten Alkali zersetzt Urindigo momentan; neutralisiert man diese Lösung und setzt Ferrichlorid hinzu, so entsteht ein tiefblaues komplexes Ferrisalz eines 5-Oxyderivates von Urazil.

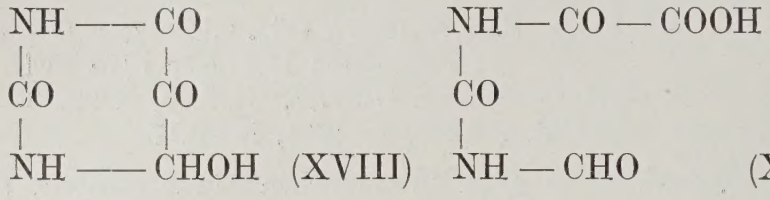
Diese Lösung enthält höchstwahrscheinlich 5-Oxy-uracil-4-aldehyd, (XVII) d. h., es hat eine Hydrolyse stattgefunden, welche auch für Indigoide [1]) charakteristisch ist.



(XVII)

[1]) Friedländer, M., 29, 367; B., 41, 1035 (1908); B. 43, 1973 (1910).

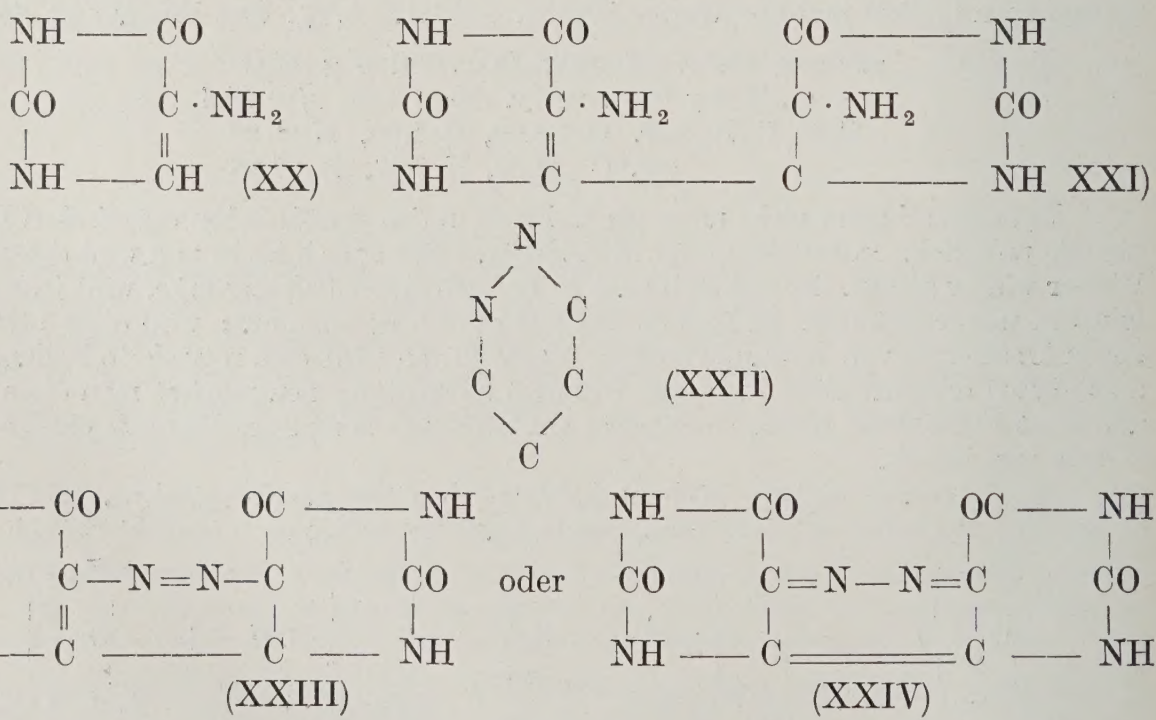
Die erfolgreiche Synthese der Bildung indigoider Farbstoffe aus Urazil bzw. aus Isobarbitursäure durch Oxydation mit Ferrizyanid ließ vermuten, daß die Behandlung eines anderen, gleichfalls 5-substituierten Pyrimidinderivates, des 5-Aminourazils (XX) mit dem gleichen Oxydationsmittel die Bildung eines entsprechenden 5,5′-Diamino-diurazils (XXI) ergeben würde. Frühere Forscher haben gezeigt, daß Bromwasser 5-Aminourazil zu Isodialursäure (XVIII) oxydiert [1]), während bei der Behandlung mit Permanganat der Ring gesprengt und Formyloxalylharnstoff [2]) (XIX) gebildet wird.



(XVIII) (XIX)

Unsere Untersuchungen ergaben, daß durch Oxydation von 5-Aminourazil ein leuchtend orange gelbes Pigment erhalten wird, dessen Studium weitere interessante Ergebnisse verspricht.

Unsere Erwartung, daß ganz entsprechend der Oxydation von Iso-barbitursäure zu Di-isobarbitursäure 5,5′-Diamino-diurazil (XXI) gebildet werden würde, ergab sich nicht, aber die Reaktion durchläuft wahrscheinlich dieses Stadium; die Analyse des Reaktionsproduktes führt zu dem Schluß, daß die Oxydation weitergeht. Wenn die anfängliche Bildung der 4-Kohlenstoffe stattgefunden hat, kann das Ferrizyanid in charakteristischer Weise auf die nebeneinanderliegenden Aminogruppen einwirken und liefert eine Doppelbindung zwischen den beiden N-Atomen. Es wird auf diese Weise ein dritter Ring, der Pyridazinring (XXII), gebildet, und es entsteht das aus drei Ringen zusammengesetzte Diurazil-Pyridazin (XXIII u. XXIV).



(XX) (XXI)

(XXII)

(XXIII) oder (XXIV)

[1]) Behrend u. Roosen, A., 251, 235 (1889).

[2]) Offe, G., A. 353, 278 (1907).

Versuchsteil:

5-Aminourazil wurde aus 5 Nitrourazil nach der Methode von Johnson und Matsuo [1]) dargestellt.

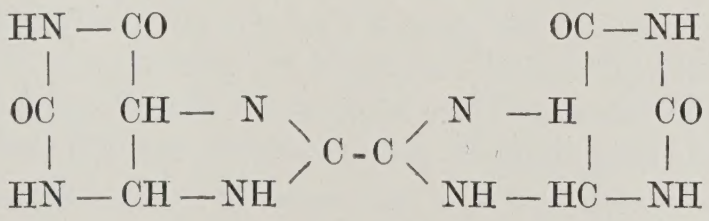
Das Diurazil-Pyridazin wurde erhalten durch Einwirkung einer gekühlten Lösung von K_3FeCy_6 (38,8 g in 250 ccm Wasser) auf eine solche von 5 g 5-Aminourazil und 8,9 g KOH in 150 ccm Wasser. Ein fast momentaner Ausfall des ziegelroten Kaliumsalzes des Pyridazins erfolgt. Durch Einleiten von CO_2 entfernt man das überflüssige Alkali, zentrifugiert und wäscht mit 1% KCl Lösung und später mit Alkohol. Man erhält so das Rohprodukt des Kaliumsalzes als feines Pulver. Aus verdünnter Lösung fällt Silbernitrat ein tief weinrotes Silbersalz. Zur Gewinnung des freien Pyridazins wird das in Wasser suspendierte Kaliumsalz in heißes Wasser, welches einen Überschuß von Salzsäure enthält, eingegossen. Das höchst unlösliche Pyridazin fällt sofort in orangegelben, rautenförmigen Plättchen aus. Man wäscht mit Wasser und Alkohol. Ausbeute 51% der Theorie. Für $C_8H_4O_4N_6$

berechnet: C 38.69, H 1.63, N 33.88
gefunden: C 38.74, H 1.84, N 33.66

Es schmilzt nicht unter 300°. Unlöslich in den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln, sehr wenig löslich in Wasser, löslich in konzentrierter Schwefelsäure. Beim starken Erhitzen im Rohr findet Zersetzung unter Bildung eines rötlich gelben Dampfes statt, der in organischen Lösungsmitteln und in Wasser prachtvoll fluoreszierend in Lösung geht. Das Pyridazin wird von Salpetersäure oder Bromwasser nicht angegriffen. Mit NaOH bildet sich zunächst ein unlösliches Natriumsalz, das sich aber im Überschuß von Alkali wieder löst, es bildet gelbe Lösungen von schöner orangefarbener Fluoreszenz.

Im Zusammenhang mit der Bildung gefärbter Pigmente aus Pyrimidinen ist nach meiner Ansicht die Isolierung der substanziellen Farbstoffe aus Schmetterlingsflügeln, der Lepidopterine, erwähnenswert. Hopkins [2]), der sich mit dem weißen Pigment der Flügelschuppen der Weißlinge beschäftigt hat, findet darin Harnsäure. Dieser Befund, daß die Farbstoffe der Schmetterlinge als Purinderivate gekennzeichnet sind, besitzt natürlich das größte biologische Interesse.

A. Wieland und C. Schoepf [3]) isolierten aus dem Flügelpigment der Zitronenfalter einen Farbstoff, dessen Analyse gut auf die Formel für Xanthin + 1 H, $C_5H_5N_2O_4$ stimmt. Die Angabe von Hopkins, daß der gelbe Farbstoff von Gonepteryx rhamni die Murexid-Reaktion gebe, ließ sich mit einem kristallisierten Produkt Wielands und Schoepfs bestätigen. Nimmt man an, Xanthopterin habe die Zusammensetzung $(C_5H_5N_2O_4)_2$, so gewinnt die Vorstellung an Wahrscheinlichkeit, zwei Dihydroxanthin-Hälften seien nach Art der nachstehenden Formel (Schoepf) miteinander verknüpft:



Das Studium der Bildung von Farbstoffen aus Purin und aus Pyrimidinderivaten ist auf jeden Fall von größtem biologischen Interesse, weil die Chemie dieser Stoffe im engsten Zusammenhang mit der Chemie des Zellkernes steht.

---

[1]) Johnson, T. B. und Matsuo, I, J. Am. Ch. Soc. 41, 782 (1919).
[2]) Chem. News. 60, 57 (1889). Nature 40, 335 (1889); 45, 197, 581 (1891/1892).
[3]) Ber. 58, 2178 (1925).

Beiträge zur biochemischen Wirkung des Kaliumions.

Von Dr. Johann Bodnár, Universitäts-Professor und Direktor des Kgl. ung. pflanzenbiochemischen Instituts in Budapest.

Unter den in den Pflanzen vorkommenden Metallen steht das Kalium an erster Stelle. Auf jene Frage, welche Rolle das Kaliumion im Stoffwechsel der Pflanzen spielt, geben die auf weiter Grundlage durchgeführten Versuche von Julius Stoklasa (1) eine entscheidende Antwort. Die Versuche von Stoklasa über die Rolle des Kaliumions in den Pflanzen weisen solche überraschende Resultate auf, daß diese mit Recht epochemachend betrachtet werden können. Diese Untersuchungen geben auf die leicht verständlichste Weise eine Aufklärung über die spezielle und alleinstehende Rolle des Kaliumions im pflanzlichen Stoffwechsel und erklären vollständig, weshalb das Kalium durch das Natrium nicht ersetzt werden kann.

Laut Stoklasas (2) Untersuchungen geschieht die anaerobe Zersetzung des Zuckers in den höheren Pflanzen auf jene Weise, daß aus der Milchsäure — welche das erste Zwischenprodukt der Zersetzung ist — Alkohol und Kohlensäure, sodann aus Alkohol Azetaldehyd und aus Azetaldehyd Essigsäure entsteht. So wird die Zuckerzersetzung durch einen Reduktionsprozeß eingeleitet und durch Oxydation fortgesetzt. Stoklasa (3) studierte sehr gründlich die Wirkung der radioaktiven Strahlen (Alpha, Beta, Gamma) auf die Zuckerzersetzung und fand, daß die verschiedenen Strahlen auf die Zersetzung verschiedenartig wirken. Die Beta- und Gammastrahlen beeinflussen den Reduktionsprozeß günstig, sie erhöhen die Wirkung der die Zuckerzersetzung einleitenden Enzyme, wirken aber verzögernd auf die Oxydation des Alkohols, so daß im Endresultate durch dieselben mehr Alkohol und weniger Azetaldehyd und Essigsäure entsteht. Die Alphastrahlen entwickeln eine entgegengesetzte Wirkung als die Beta- und Gammastrahlen, d. h. es entsteht weniger Alkohol und mehr Azetaldehyd und Essigsäure.

Aus den Daten der Versuche von Stoklasa mit Zuckerrübe (Beta vulgaris) und Erbsensamen (Pisum sativum) ist ersichtlich (Tabelle I), daß das Kalium auf die Zuckerzersetzung ebenso wirkt wie die Beta- und Gammastrahlen, diese Wirkung aber bei dem zu dem Kalium nahestehenden Natrium nicht wahrnehmbar ist.

Unter den gewöhnlicheren Metallen hat nur das Kalium eine radioaktive Eigenschaft, welche sich darin äußert, daß die Kaliumsalze eine schwache β-Aktivität besitzen, die ungefähr 1/1000 von der β-Aktivität des Uraniums ist. Die radioaktive Eigenschaft des Kaliums gibt die Erklärung der speziellen und alleinstehenden Rolle des Kaliums in den Pflanzen, und erklärt, weshalb das Natrium das Kalium im pflanzlichen Stoffwechsel nicht ersetzen kann.

Stoklasa führte die oben erwähnten Untersuchungen mit lebenden Objekten aus; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß das Kaliumion derartig wirkt,

daß es eine direkte Wirkung auf die zuckerzersetzenden Enzyme ausübt, d. h. auf die reduzierenden Enzyme stimulierend, und auf die oxydierenden Enzyme verzögernd wirkt. Es war deshalb interessant, die Wirkung des Kaliumions direkt an den die Zuckerzersetzung bewirkenden Enzymen zu studieren.

Tabelle I.

Zu den Versuchen verwendete Verbindungen	Auf 1000 g Trockensubstanz berechnet					
	Alkohol g		Azetaldehyd g		Essigsäure g	
	Zuckerrübe	Erbsen	Zuckerrübe	Erbsen	Zuckerrübe	Erbsen
Wasser	11,97	17,52	0,133	0,410	0,658	0,720
Kaliumchlorid	16,96	19,05	0,080	0,130	in Spuren	in Spuren
Natriumchlorid	12,05	16,52	0,135	0,680	0,734	0,840
Kaliumphosphat	17,83	20,28	0,090	in Spuren	in Spuren	in Spuren
Natriumphosphat	12,58	17,44	0,156	0,530	0,584	0,560

Es ist längst bekannt, daß in den höheren Pflanzen bei anaeroben Verhältnissen Alkohol entsteht; es gelang Stoklasa zum ersten Male, das zuckervergärende Enzym aus dem Preßsafte der Zuckerrüben, Kartoffeln, Erbsen usw. zu isolieren. Er gab zu dem unter hohem Drucke ausgepreßten Pflanzensaft Alkohol und Äther, filtrierte rasch den ausgeschiedenen Enzym-Niederschlag und entfernte daraus durch Trocknen die letzten Spuren des Alkohols. Durch Zusammenbringen der auf diese Weise dargestellten Enzympräparate mit einer Zuckerlösung entstanden bei ganz sterilen Verhältnissen aus dem Zucker, Kohlensäure, Alkohol, Milchsäure und Essigsäure, und zwar die Kohlensäure und der Alkohol in einem auf die alkoholische Gärung ganz charakteristischem Verhältnisse.

Ich (4) befaßte mich vor 11 Jahren mit der Untersuchung der aus Kartoffeln und Zuckerrübe laut Stoklasas Vorschrift bereiteten Enzympräparate und achtete besonders darauf, daß diese Untersuchungen vom Standpunkte der Sterilität einwandfrei seien. Die gewonnenen Resultate rechtfertigten die Feststellungen von Stoklasa, meine Enzympräparate wirkten in der die alkoholische Gärung charakterisierenden Weise auf den Zucker.

Bei meinen gegenwärtigen Untersuchungen studierte ich, welchen Einfluß das Kaliumion auf die Alkoholproduktion der aus Zuckerrüben gewonnenen Enzympräparate ausübe, bzw. ob es sich in seiner Wirkung von derjenigen des Natriumions unterscheide. Ich verwendete zu jedem der in der Tabelle II beschriebenen Versuche ein nach Stoklasas Vorschrift hergestelltes Enzympräparat, welches aus 8 kg frischen und gesunden Zuckerrüben ausgepreßtem Safte gewonnen wurde. Der im Vakuum ausgetrocknete, alkoholfreie Enzymniederschlag wurde in zwei sterilisierten 300 ccm-Kolben gleichmäßig verteilt, 150 ccm Glukoselösung und 2 proz. Toluol hinzugefügt; die Lösung enthielt noch 1 g Kalium bzw. 1 g Natrium in Form von K_3PO_4 bzw. Na_3PO_4. Die zugepfropften Kolben wurden bei 37° während 54 Stunden aufbewahrt. Nach Ablauf der Versuchszeit wurde mit einer kleinen Probe der aus dem Kolben herausgenommenen Lösung die bakteriologische Untersuchung durchgeführt, und in dem Falle,

daß diese ein negatives Resultat gab, wurde der entstandene Alkohol bestimmt. Diese Alkoholbestimmung wurde auf die in einer (5) unserer Mitteilungen beschriebene Weise durchgeführt, und sind die gewonnenen Resultate in Tabelle II zusammengefaßt.

Tabelle II.

Nr. des Versuches	1		2		3	
Zu dem Versuch gebrauchtes Phosphat	Na_3PO_4	K_3PO_4	Na_3PO_4	K_3PO_4	Na_3PO_4	K_3PO_4
Alkohol mg	240.2	258.9	321,0	360,1	421,6	447,6

Aus den Daten dieser Tabelle ist ersichtlich, daß in Gegenwart von Kalium in jedem Falle mehr Alkohol entstand, als in Gegenwart von Natrium; es wirkte also das Kalium nicht nur auf die Alkoholproduktion der Zuckerrübe, sondern auch auf die Alkoholproduktion des aus dieser Pflanze ausgeschiedenen Enzyms erhöhend.

Wir können aus Erbsensamen durch Pulverisierung ein Enzympräparat erhalten. Das mit toluolhaltigem Wasser durchfeuchtete Erbsenmehl produziert nicht nur im Vakuum oder im Wasserstoff, sondern auch an der Luft eine bedeutende Menge Kohlensäure und Alkohol, und zwar in dem die alkoholische Gärung charakterisierendem Verhältnisse, wie dies meine (6) mit P. Hoffner durchgeführten Untersuchungen beweisen. Laut unseren Untersuchungen erhöht das Dikaliumhydrophosphat die Alkoholausscheidung des Erbsenmehles sehr bedeutend. Es ist fraglich, ob zwischen der Wirkung des Dikaliumhydrophosphates und Dinatriumhydrophosphates irgendeine Differenz nachweisbar sei. Zur Entscheidung dieser Frage wurde 10 g Erbsenmehl mit 12 ccm Wasser und 1 ccm Toluol vermischt, und 4 Tage lang bei 20° stehen gelassen; gleichzeitig wurden ähnliche Versuche mit je 12 ccm 2 proz. Dikaliumhydrophosphat- und 10 ccm 2 proz. Dinatriumhydrophosphatlösungen eingestellt. Nach Ablauf der Versuchszeit wurden die Alkohole der Erbsenmehle bestimmt und die Resultate in der Tabelle III zusammengefaßt. Bezüglich der näheren Details der Einstellung dieser Versuche und der Alkoholbestimmung weise ich auf die oben erwähnte Mitteilung hin.

Tabelle III.

Nr. des Versuches	Wasser	Na_2HPO_4	K_2HPO_4
	Alkohol mg		
1	98	128	143
2	91	135	149

Die Taten der Tabelle III sprechen dafür, daß das Dikaliumhydrophosphat die Alkoholausscheidung des Erbsenmehles stärker erhöht, als das Dinatriumhydrophosphat; die wahrgenommene Wirkung kann nur auf das Kalium zurückgeführt werden, nachdem die Wasserstoffionkonzentration der beiden verwendeten Phosphatlösungen identisch war.

W. Zaleski (7) machte die Erfahrung, daß die zum Erbsenmehle hinzugegebene Methylenblaulösung sich entfärbt, und die Zeit der Entfärbung durch die hinzugegebenen Verbindungen verschiedenartig beeinflußt wird. Die Entfärbung des Methylenblaues kommt durch Enzymwirkung zustande, nachdem das vorerst erwärmte Erbsenmehl das Methylenblau nicht entfärbt. Aus den untenstehenden Daten Zaleskis ist ersichtlich, daß das Erbsenmehl mit Kaliumdihydrophosphat das Methylenblau rascher entfärbt als mit Natriumdihydrophosphat; ähnlich wirken diese Phosphate auf die durch Trockenhefe (Zymin) verursachte Entfärbung des Methylenblaues.

	Entfärbungszeit in Minuten	
	Erbsenmehl	Zymin
0.5 proz. NaH_2PO_4	143	55
0.5 proz. KH_2PO_4	100	31
1.0 proz. NaH_2PO_4	180	58
1.0 proz. KH_2PO_4	100	34

Meine eigenen Versuche, welche in einer späteren Mitteilung ausführlicher beschrieben werden, bekräftigen die Wahrnehmungen Zaleskis. So wirkt das Kaliumion nicht nur auf die Entstehung des Alkohols, sondern auch auf einen solchen enzymatischen Reduktionsprozeß wie die Entfärbung des Methylenblaues, auch beschleunigend.

Stoklasa studierte auch eingehend die Wirkung der Radioaktivität auf den Keimungsprozeß der verschiedenen Samen und fand, daß sowohl das natürlich- wie das künstlich-radioaktive Wasser auf die Keimung der Samen beschleunigend wirke. Ähnliche Wirkung bemerkte er bei dem radioaktivfreien Wasser nach Zusatz von Kaliumchlorid. Die keimungstimulierende Wirkung der Radioaktivität war auch in dem Falle bemerklich, wenn er die Samen auf radioaktiven Gesteinen keimen ließ. Zu sehr interessanten Resultaten führten diejenigen Untersuchungen, bei welchen er die Samen in einem Emanatorium der Wirkung von größeren Mengen Kaliumverbindungen aussetzte, und konnte er auch hier die keimungstimulierende Wirkung des radioaktiven Kaliums wahrnehmen. Es hängt mit der keimungstimulierenden Wirkung der Radioaktivität eine gesteigerte Mobilisation der Reservenährsubstanzen (die Verzuckerung der Stärke, Zersetzung des Eiweißes) zusammen. So z. B. war der Glukosegehalt der der Wirkung der Radiumemanation ausgesetzten keimenden Gerstensamen 5,6% und der der Kontrollsamen 2,5%. Ähnliches Verhältnis konnte Stoklasa auch bei der Eiweißzersetzung während der Keimung feststellen (so waren 48,04% bzw. 32,16% des Gesamtstickstoffes in Form von Amidostickstoff vorhanden).

Im folgenden möchte ich über eine solche bei der Keimung der Weizensamen wahrgenommene Wirkung des Kaliumions Rechenschaft geben, welche ebenfalls die spezielle biologische Wirkung des Kaliumions beweist. Es wirkt das Sublimat auf die Keimung der Weizensamen stark giftig; diese Wirkung kann vermindert werden, wenn man zu der Sublimatlösung Natriumchlorid oder Kaliumchlorid gibt. Laut meinen Untersuchungen vermindert das Kaliumchlorid viel stärker die giftige Wirkung des Sublimats als das Natriumchlorid. Die Unter-

suchungen wurden auf folgende Art durchgeführt: je 400 Weizenkörner wurden eine Stunde lang in Lösung von in der Tabelle IV dargestellten Konzentrationen gebeizt, nach Ablauf der Versuchszeit aus der Lösung herausgenommen, getrocknet und auf Filtrierpapier keimen gelassen. Die in der Tabelle IV in Molekülen angegebenen Natriumchlorid- und Kaliumchloridmengen beziehen sich auf 1 Mol. Sublimat; die dargestellten Werte sind Mittelwerte von parallelen gut übereinstimmenden Keimungsversuchen.

Tabelle IV.

Nr.	Die Zusammensetzung der Lösung		Gekeimt in Proz. am						
	Sublimatgehalt Hg in Proz.	NaCl- bzw. KCl-Gehalt in Mol.	2.	3.	4.	5.	6.	8.	10.
			Tage						
1	0.1	—	18	44	69	82	82	84	84
2	0.1	2 NaCl	11	44	77	82	90	91	91
3	0.1	2 KCl	49	77	84	88	90	91	91
4	0.1	5 NaCl	17	49	71	75	84	90	92
5	0.1	5 KCl	52	80	87	91	93	94	94
6	0.1	10 NaCl	15	50	75	79	88	92	94
7	0.1	10 KCl	51	77	83	88	91	92	93
8	0.1	20 NaCl	18	53	77	81	92	94	94
9	0.1	20 KCl	57	85	91	94	96	96	96
10	0.1	100 NaCl	37	37	86	88	93	94	94
11	0.1	100 NaCl	64	90	95	98	99	99	99
12	0.2	—	2	8	22	33	47	58	60
13	0.2	2 NaCl	0	2	8	17	25	53	59
14	0.2	2 KCl	10	22	40	52	64	68	71
15	0.2	5 NaCl	1	4	10	17	27	58	62
16	0.2	5 KCl	19	38	53	62	72	75	75
17	0.2	10 NaCl	0	3	10	17	30	54	60
18	0.2	10 KCl	18	28	49	57	65	70	72
19	0.2	20 NaCl	0	3	9	16	22	60	61
20	0.2	20 KCl	45	56	65	70	73	74	74
21	0.2	100 NaCl	7	7	42	43	56	59	64
22	0.2	100 KCl	40	61	75	81	86	89	93
23	Kontrolle (Wasser)	—	100	—	—	—	—	—	—

Literatur:

1. Stoklasa-Matoušek: Beitrag zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiologische Bedeutung des Kaliumions im Organismus der Zuckerrübe, Jena 1916.

Stoklasa: Über die Radioaktivität des Kaliums und ihre Bedeutung in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle, I. Biochem. Zeitschr. **108**, 109, 1920.

Stoklasa: Der Mechanismus der physiologischen Wirkung der Radiumemanation und der Radioaktivität des Kaliums auf die biochemischen Vorgänge bei dem Wachstumsprozeß der Pflanzen. II. Biochem. Zeitschr. **108**, 140, 1920.

Stoklasa: Die Bedeutung der Radioaktivität des Kaliums bei der Photosynthese. III. Biochem. Zeitschr. **108**, 173, 1920.

Stoklasa und Doerell: Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens. Verlag Parey.

2. Stoklasa, Jelinek und Vitek: Der anaerobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung. Hofm. Beitr. III. 460, 1903.
Stoklasa und Czerny: Isolierung des die anaerobe Atmung der Zelle der höher organisierten Pflanzen und Tiere bewirkenden Enzyms. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 36, 662, 1903.
Stoklasa, Über die Isolierung der gärungserregenden Enzyme aus den Pflanzenorganen. Zbl. f. Bakt. 2, XIII. 86, 1904.
Stoklasa, Ernest und Chocensky: Über die glycololitischen Enzyme im Pflanzenorganismus. Zeitschr. f. physiol. Chem. 50, 303, 1907.
3. Stoklasa und J. Pěnkava: Über den Chemismus des Zuckerabbaues in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluß der Radioaktivität auf die anaerobe Atmung der Pflanzenorganismen. Chemie der Zelle und Gewebe. XII. 362, 1926.
4. J. Bodnár: Über die Zymase und Carboxylase der Kartoffel und Zuckerrübe. Biochem. Zeitschr. 73, 193, 1916.
5. J. Bodnár, Ch. Szepessy und J. Ferenczy: Die Anwendung der Neubergschen Azetaldehyd-Abfangsmethode bei der alkoholischen Gärung höherer Pflanzen. Biochem. Zeitschr. 165, 16, 1925.
6. J. Bodnár und P. Hoffner: Beiträge zur biochemischen Kenntnis der postmortalen Pflanzenatmung. Biochem. Zeitschr. 165, 145, 1925.
7. W. Zaleski: Über die Rolle der Reduktionsprozesse bei der Atmung der Pflanzen. Ber. d. deutsch. botan. Ges. 28, 319, 1910.

Zur Frage nach der Bedeutung der Kieselsäure in der Ernährung des Hafers.

Von Prof. Dr. K. Boresch und J. Sachse
unter Mitwirkung von R. Kreyzi.

Mit 1 Textabbildung.

Aus dem Laboratorium für Pflanzenernährung an der landwirtschaftlichen Abteilung der Prager deutschen technischen Hochschule in Tetschen-Liebwerd.

Seit den Arbeiten von Sachs [1]) und Knop [2]), die das Silicium als ein für die Ernährung der Gramineen entbehrliches Element gekennzeichnet hatten, zog das Kieselsäureproblem die Forscher immer wieder in seinen Bann und seit den Arbeiten von Kreuzhage und Wolff [3]) tauchen mehrfach Angaben auf, die von einem günstigen Einfluß der Kieselsäure auf das Pflanzenwachstum berichten. Hatten die Letztgenannten für Hafer in Wasserkultur eine Steigerung der Erträge und ihres Körneranteiles durch lösliche Silikate gefunden, zeigten vieljährige Versuche in Rothamsted [4]), daß die Gerstenerträge durch Verabreichung von Natriumsilikat besonders auf den Parzellen, die keine Phosphorsäuredüngung erhalten hatten, deutlich gesteigert wurden. Hall und Morrison [5]) erklärten diese Zunahme und die frühere Ausbildung der Körnererträge mit einer gesteigerten Aufnahme der Phosphorsäure durch die Pflanzen und dachten an eine innerhalb der Pflanze und nicht im Boden gelegene Wirkung der Kieselsäure. In jüngster Zeit sind Lemmermann und Wießmann [6]) den Beziehungen zwischen Kiesel- und Phosphorsäure in der Pflanzenernährung nachgegangen und haben bekanntlich gefunden, daß die Erträge verschiedener Pflanzen durch kolloidale Kieselsäure bei unzureichender Phosphorsäureernährung gehoben werden können. Eine gewisse Ertragssteigerung durch kolloidale Kieselsäure war auch in ihren Hafersandkulturen des Jahres 1920 bei Kalimangel zu beobachten, in einem 1922 mit Sommerroggen angestellten Versuch blieb sie aber aus. Völlig wirkungslos war die Kieselsäure bei Stickstoffarmut des Substrates. Die auffällige Wirkung der Kieselsäure bei Phosphorsäuremangel konnten die Genannten teilweise durch die Tatsache erklären, daß die Kieselsäure die Löslichkeit von Kalkphosphaten im Boden erhöht und dadurch die Phosphorsäureaufnahme fördert, doch mutmaßen sie, daß die Kieselsäure die Einwanderung der Phosphorsäure noch auf

---

[1]) J. Sachs, Flora 1862, S. 53.

[2]) W. Knop, Landw. Vers. Stat. **2**, 185, 1862.

[3]) C. Kreuzhage und E. Wolff, Landw. Vers. Stat. **30**, 161, 1884.

[4]) zit. bei E. J. Russel, Boden und Pflanze, Dresden 1914, S. 59.

[5]) A. D. Hall und C. G. T. Morrison, Proc. Roy. Soc. (London), Ser. B., **77** 455, 1906.

[6]) O. Lemmermann und H. Wießmann, Zeitschr. f. Pflanzenernährung usw. A **1**, 185, 1922; **4**, 265, 1925.

eine andere Weise fördern kann. Butkewitsch[1]) zieht zur Erklärung des verstärkten Einstromes des Phosphates unter dem Einfluß der Kieselsäure das Donnansche Membrangleichgewicht heran, bei dem der Kieselsäure die Rolle des nicht oder schwer permeierenden Ions zufallen würde. Dieser Erklärungsversuch erscheint uns gerade bei den Gräsern auf Schwierigkeiten zu stoßen, die die Kieselsäure ungeachtet ihrer kolloiden Eigenschaften offenbar sehr leicht aufnehmen, wie gerade die zitierten Versuche Lemmermanns und Wießmanns wiederum gezeigt haben. Ferner wäre auch ein verstärkter Einstrom des Nitrates im Falle eines Donnan-Gleichgewichtes zu erwarten, der nach der Meinung von Butkewitsch in den Lemmermannschen Versuchen auch erfolgt sein kann, aber infolge des niedrigen Produktionswertes des Stickstoffs nicht in einer Ertragszunahme zum Ausdruck kommt. Die Versuchsergebnisse Lemmermanns fanden wiederholt von anderer Seite[2]) ihre Bestätigung. Von einer günstigen Einwirkung eines Kieselsäurezusatzes auf die Entwicklung des Weizens berichtet Jennings[3]). Auch unser Jubilar, Prof. Dr. Stoklasa[4]), hat Wasserkulturversuche mit Weizen unter peinlichem Ausschluß der Kieselsäure durch mehrere Jahre hindurch fortgeführt; die ohne Si zur Reife gebrachten Samen lieferten Pflanzen mit sehr geringer Festigkeit, und schon im dritten Jahre der Si-freien Kultur gab es nur noch eine schlechte Entwicklung. Folgert Stoklasa aus seinen Versuchen, „daß der Weizen ohne Silicium nicht existieren kann", so spricht Richter[5]) auf Grund vorläufiger Wasserkulturversuche das Silicium auch für die Reispflanze als ein wahrscheinlich notwendiges Element an; zu dem gleichen Ergebnis gelangte auch Sommer[6]), die außerdem bei der Hirse eine Ertragssteigerung, besonders der Samen, auf Kieselsäurezusatz beobachtete.

Vielleicht sind auch die folgenden Versuche geeignet, von anderer Seite einiges Licht auf das so anziehende Kieselsäureproblem der Gramineen zu werfen. Es handelt sich um Wasserkulturversuche mit Hafer, die im Jahre 1926 im Rahmen eines größeren Versuches zur Durchführung gelangten.

Die in Frage stehenden Versuche umfaßten 7 Gefäße (Nr. 1—7) von je 3 l Inhalt. Die innen ausparaffinierten Kulturgläser wurden in Zinkblechhüllen eingesetzt, in deren Deckel die zur Aufnahme der Pflanzen und des Durchlüftungsrohres dienenden, durchbohrten Korke saßen. Auch die Korke und die Innenseiten der Deckel wurden mit Paraffin überzogen. Jedes Gefäß enthielt 3 l Nährlösung der folgenden Zusammensetzung: In 3000 cc dest. Wasser 3 g KNO_3, 3 g $CaCl_2$, 0,75 g $MgSO_4$, 0,75 g KH_2PO_4, 0,054 g $FeCl_3$. Die Gefäße Nr. 4—7 erhielten überdies einen Zusatz von Kieselsäure in Form einer aus Natriumsilikat (Kahlbaum) hergestellten und mit HCl genau neutralisierten Lösung, in der

[1]) Wl. S. und W. W. Butkewisch, Biochem. Zeitschr. **161**, 468, 1925.

[2]) D. R. Nanji u. W. S. Shaw, Journ. Soc. Chem. Ind. 44, 1. — C. J. Schollenberger, Soil Science **14**, 347, 1922. — A. Němec, Biochem. Zeitschrift **90**, 42, 1927.

[3]) D. S. Jennings, Soil Science 1919, **7**, 201.

[4]) J. Stoklasa, Deutsche landw. Presse **54**, 313, 1927.

[5]) O. Richter, Sitzber. Wien. Akad., Math.-naturw. Kl. I, **135**, 203, 1926; Fortschritt der Landw. **1**, 637, 1926.

[6]) A. L. Sommer, Univ. of California public. in agric. **5**, Nr. 2, 1926, ref. in Fortschr. d. Landw. **2**, 440, 1927.

die Kieselsäure und das Natriumchlorid gravimetrisch bestimmt wurden. Jedes dieser Gefäße erhielt so zu Beginn des Versuches einen Zusatz von 0,17525 g SiO_2 und 0,3825 g NaCl, der am 17. Juni (42 Tage nach der Pflanzung) wiederholt wurde. Die Gefäße Nr. 1—3 blieben ohne diesen Zusatz. Eine etwaige Wirkung des mit der Kieselsäure verabreichten NaCl wurde durch die Untersuchung von gleichzeitig im Rahmen des erwähnten großen Versuches angesetzten Kulturen mit SiO_2-freier, aber NaCl-haltiger Nährlösung sonst gleicher Zusammensetzung berücksichtigt (siehe weiter unten). Die Nährlösung wurde während der ganzen Wachstumszeit nicht erneuert, lediglich das verbrauchte Wasser ständig ergänzt. Der mit den einfarbigen Indikatoren nach Michaelis bestimmte ph-Wert der Nährlösungen betrug bei Versuchsbeginn in allen Gefäßen: 4,7, am Ende nach der Aberntung in den Si-freien Gefäßen Nr. 1—3: 7,3, in den Si-hältigen Nr. 4—7: 7,1, hatte sich also, wie auch eine Zwischenbestimmung (6,65 bzw. 6,45 ph) zeigte, in beiden Gruppen ziemlich gleich nach der alkalischen Seite verschoben. Die Bepflanzung der Gefäße erfolgte am 6. Mai 1926 mit je 7 auf dest. Wasser vorgekeimten, 8 Tage alten Haferpflänzchen (Sorte: Lochows Petkuser Gelbhafer). Die Gefäße fanden in einem geräumigen Gewächshaus Aufstellung und wurden zwecks Ausgleiches der Lichtverhältnisse öfters umgestellt. Die Ernte wurde, als sich Anzeichen der für Wasserkulturen bekannten Wurzelfäule bemerkbar machten, in nicht ausgereiftem Zustande am 13. Juli (68 Tage nach der Pflanzung) vorgenommen. Es wurde daher nur das Rispengewicht bestimmt. Tab. 1 enthält die geernteten Trockensubstanzen und die Gewichtsverhältnisse von Rispe und Wurzel zu Halm.

Tab. 1.

	Gef. Nr.	g geerntete Trockensubstanz				Verhältnis der Gewichte von	
		Rispe	Halm	Wurzel	Zusamm.	Rispe: Halm	Wurzel: Halm
Ohne SiO_2	1	1,289	8,557	0,968	10,814	0,151	0,113
	2	1,082	9,091	1,282	11,456	0,119	0,141
	3	0,917	7,602	0,924	9,443	0,121	0,121
	Mittel	1,096	8,417	1,058	10,571	0,130	0,125
Mit SiO_2	4	4,845	21,675	1,609	28,129	0,224	0,074
	5	5,030	21,721	1,737	28,488	0,232	0,080
	6	5,013	22,071	1,691	28,775	0,227	0,077
	7	5,616	21,831	1,828	29,275	0,257	0,084
	Mittel	5,126	21,824	1,716	28,667	0,235	0,079

Schon frühzeitig erlangten die Kieselsäurepflanzen einen deutlichen Vorsprung vor den ohne Si-Zusatz gebliebenen Kulturen und zur Zeit der Ernte (s. Abb. 1) zeichneten sie sich durch einen auffallend üppigen Stand aus, sie waren höher, kräftiger und tiefer grün als die Si-freien Pflanzen, die durchschnittliche Länge der Haupthalme betrug bei den

Pflanzen ohne SiO_2 . . . . . 91 cm,
Pflanzen mit SiO_2 . . . . . 107 cm.

Die Kieselsäurepflanzen hatten während der Wachstumszeit einen Wasserverbrauch von insgesamt 5990 cc, die Si-freien einen solchen von nur 3950 cc pro Gefäß. Hingegen verbrauchten die ersteren nur 236 cc, die letzteren 377 cc Wasser pro 1 g lufttrockene Substanz.

ohne SiO_2 Abb. 1 mit SiO_2

Wie Tab. 1 zeigt, produzierten die Kieselsäurepflanzen fast das 3fache Gesamt- und Halmgewicht und das 5fache Rispengewicht der Si-freien Pflanzen und auch das Wurzelgewicht wies eine namhafte Zunahme auf. Das Verhältnis der Rispen zur Halmtrockensubstanz hat sich bei den Kieselsäurepflanzen fast verdoppelt, während das Gewichtsverhältnis von Wurzel zu Halm abgenommen hat. Abgesehen von der Zunahme der Wurzelsubstanz ist der Effekt des Kieselsäurezusatzes ähnlich dem von Kreuzhage und Wolff (l. c.) an ihren Haferwasserkulturen vor vielen Jahren beobachteten, obwohl die Bedingungen dort andere waren. Nur die Wurzelmasse wies nach ihren Beobachtungen unter dem Einflusse der Kieselsäure eher eine Abnahme auf. In den noch älteren Versuchen von Birner und Lucanus[1]) förderte ein SiO_2-Zusatz gerade die Wurzelentwicklung des Hafers, während bei gleichem Körnerertrage der Strohertrag heruntergegangen war. In unseren Versuchen aber ist der Ertrag der Kieselsäurepflanzen in allen ihren Teilen erhöht, sie zeigten schon von Anfang an eine auffallend üppige Wurzelentwicklung. Am 31. Mai hatten die längsten

[1]) H. Birner und B. Lucanus, Landw. Vers.-Stat. **8**, 128, 1866. — Für Gerste vermochten E. H. Toole und W. E. Tottingham, Amer. Journ. Bot. **5**, 452, 1918 (ref. Exp. Stat. Rec. **41**, 133, 1919) keine Wirkung eines Kieselsäurezusatzes auf den Ertrag festzustellen.

Wurzeln eine durchschnittliche Länge von 43,3 cm erreicht, während die Pflanzen des Si-freien Versuches eine solche von nur 22 cm aufwiesen, und bei Beendigung des Versuches bildete das Wurzelsystem der Kieselsäurepflanzen eine so dicht verfilzte Masse, daß eine Herauslösung der Wurzeln zwecks Bestimmung ihrer Länge nicht möglich war. Die Wurzeln der Si-freien Pflanzen hingegen waren bei weitem nicht so dicht, so daß die Wurzellänge im Mittel mit 24 cm festgestellt werden konnte. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die günstige Beeinflussung der Wurzelentwicklung durch die Kieselsäure den guten Stand der grünen Pflanzenteile in erster Linie bedingt hat und es ist möglich, daß auch bei unzureichender Phosphorsäureernährung wie in den obzitierten Versuchen von Lemmermann und Wießmann die Kieselsäure ähnlich gewirkt hat. Freilich ist damit die nähere Wirkungsweise der Kieselsäure nicht aufgeklärt, wenn es auch wahrscheinlich ist, daß sie für das physiologische Ionengleichgewicht in der Nährlösung nicht ohne Bedeutung ist.

Bestünde die Wirkung der Kieselsäure lediglich in einer Förderung des Wurzelwachstums, dann wäre zwar eine verstärkte, doch im Verhältnis gleichmäßige Aufnahme aller Nährstoffe zu erwarten. Die Wurzeln wurden wegen der ihnen äußerlich anhaftenden Substanzen (bes. $CaCO_3$) von der Gesamtanalyse ausgeschlossen. Mit Rücksicht auf die geringen Mengen der in den Wurzeln selbst enthaltenen Nährstoffe verschiebt sich das Bild der Gesamtresorption durch deren Vernachlässigung nicht in seinen wesentlichen Zügen. Die in Tab. 2 enthaltenen Zahlen geben also nur die in der grünen Pflanzensubstanz enthaltenen Nährstoffe an.

Tab. 2.

	Gef. Nr.	Trock. Subst. g	In der Trockensubstanz (Halm + Rispe) wurden gefunden in mg:							
			Asche	K	Na	Ca	Mg	PO_4	SiO_2	N
Ohne SiO_2	1	9,846	1799,1	658,7	—	26,5	17,0	288,3	22,3	—
	2	10,174	1809,3	678,2	—	12,5	20,5	339,0	21,4	88,5
	3	8,519	1504,5	556,4	—	21,9	20,2	237,5	22,4	101,8
	Mitt.	9,513	1704,3	631,1	—	20,3	19,2	288,3	22,0	95,1
Mit 0,3505 g SiO_2	4	26,520	3200,5	998,7	50,4	72,9	45,0	316,8	376,1	365,1
	5	26,751	3201,9	993,5	53,3	60,7	45,9	319,8	347,2	349,6
	6	27,084	3086,0	977,9	42,7	58,9	44,4	312,6	317,5	388,7
	7	27,447	3123,2	950,9	—	68,7	52,9	289,5	314,3	365,6
	Mitt.	26,951	3152,9	980,3	48,8	65,3	47,1	309,7	338,8	367,3

Es wurde schon erwähnt, daß zur Abschätzung einer etwaigen NaCl-Wirkung in den Kulturen mit SiO_2-Zusatz unter genau den gleichen Bedingungen angesetzte Wasserkulturen des Hafers herangezogen wurden, die in der Si-freien Nährlösung obiger Zusammensetzung noch 0,7283 g NaCl (= 0,2865 g Na) pro Gefäß, also fast dieselbe NaCl-Menge wie die Kulturen mit dem Silikatzusatz enthielten. Außerdem diente dem Vergleich ein Parallelversuch, wo eine ge-

ringere Menge von Natrium, 0,1269 g Na pro Gefäß [1]), jedoch in Form von Natriumsulfat enthalten war. Die folgende Tab. 3 bringt die geernteten Trockensubstanzen (Halm + Ripse) und die Analysen der Pflanzen eines Gefäßes, dessen Ertrag dem Ertragsmittel der Parallelen jeder der beiden Gruppen am nächsten kam.

Tab. 3.

Zusatz pro Gef.	Gef Nr.	Trock. Subst. g	In der Trockensubstanz (Halm + Rispe) wurden gefunden in mg: Asche	K	Na	Ca	Mg	PO_4	SiO_2	N
0,2865 g Na als Chlorid	8	8,876	1545,1	559,7	85,6	13,5	17,2	261,2	46,3	246,4
0,1269 g Na als Bisulfat	9	16,573	2075,1	762,3	64,3	37,5	47,9	296,3	29,6	306,9

Ein Vergleich der Tab. 2 u. 3 zeigt, daß der NaCl-Zusatz zur Si-freien Nährlösung im Gefäß Nr. 8 den Ertrag gegenüber den Gefäßen Nr. 1—3 eher etwas gedrückt hat. Da die in Nr. 8 enthaltene NaCl-Menge der NaCl-Menge in den Kieselsäureversuchen Nr. 4—7 verabreichten sehr nahe kommt, kann die außerordentliche Ertragssteigerung bei den Kieselsäurepflanzen nicht durch das mitverabreichte NaCl bedingt sein. Eine ziemliche Erhöhung des Ertrages ist in Nr. 9 zu verzeichnen, hier dürfte die Erhöhung der Sulfatkonzentration günstig gewirkt haben. Die Aschengehalte der Trockensubstanzen bewegen sich gleichsinnig mit den Erntegewichten, ohne ihnen proportional zu sein. Etwas SiO_2 wurde auch in den Pflanzen der Si-freien Pflanzen vorgefunden, sie stammt teils aus den Körnern, teils aus dem in Glasflaschen aufbewahrten dest. Wasser.

Tab. 4.

Prozentisches Verhältnis der aufgenommenen Milligrammionen zu K = 100.

Zusatz pro Gefäß (3 L)	Gef. Nr.	K	Na	Ca	Mg	PO_4	SiO_2	NO_3
—	1—3	100	—	3,09	4,84	18,79	2,26	45,0
0,3505 g SiO_2 und 0,3010 g Na als Chlorid	4—7	100	8,46	6,50	7,73	13,00	22,41	104,6
0,2865 g Na als Chlorid	8	100	26,00	2,35	4,94	19,20	5,36	122,9
0,1269 g Na als Bisulf.	9	100	14,34	4,80	10,10	15,99	2,00	112,4

Um die Resorptionsverhältnisse besser zu übersehen, dividieren wir die in den Pflanzen aufgefundenen in Ionen ausgedrückten Gewichtsmengen der einzelnen Nährstoffe in mg durch die zugehörigen Atom- bzw. Atomgruppengewichte und erhalten so für jeden Nährstoff die Zahl der aufgenommenen Milligrammionen. Drücken wir diese in Prozenten der aufgenommenen Milligrammionen Kalium (K = 100) aus, erhalten wir das Zahlenverhältnis, in welchem die einzelnen Ionen in die Pflanzen unter dem Einfluß der verschiedenen Zusätze eingedrungen sind. Siehe Tab. 4.

[1]) Die tatsächlich verabreichte Na-Menge ist hier etwas größer als angegeben wegen eines kleinen NaOH-Zusatzes zwecks Erstellung des anfänglichen pH = 4,7.

Unter dem Einfluß der verschiedenen Zusätze hat sich das Zahlenverhältnis der aufgenommenen Ionen zum Kalium geändert. Der Vergleich mit dem Verhältnis der Ionenzahlen unserer Nährlösung:

K	Ca	Mg	PO_4	NO_3
100	76,86	17,71	15,66	84,34

läßt das auswählende Resorptionsvermögen der Haferpflanze unter den Bedingungen unseres Versuches erkennen. Das in den Kieselsäurepflanzen bestehende Ionenverhältnis bietet eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von uns aus der alten Arbeit von Birner und Lucanus berechneten Ionenverhältnis eines in Wasserkultur mit SiO_2-Zusatz gezogenen Hafers:

K	Ca	Mg	PO_4	NO_3
100	11,4	16,3	30,3	142,2

obwohl dieses Verhältnis in ihrer Nährlösung:

K	Ca	Mg	PO_4	NO_3
100	115,4	57,5	100	230,7

betrug und somit von der Zusammensetzung unserer Nährlösung sehr abwich.

Nur in den mit Na-Salzen versetzten Nährlösungen dringen im Verhältnis zum Kalium mehr Nitrationen ein. Alle übrigen Nährstoffe, soweit sie bestimmt wurden, treten gegenüber der Kaliaufnahme zurück. Relativ am wenigsten hat sich das Verhältnis der resorbierten PO_4-Ionen zu den aufgenommenen Kaliumionen geändert und es entspricht ungefähr dem in der Nährlösung bestehenden Verhältnis der beiden Nährstoffe. Sonst aber schwanken die Relativzahlen für die übrigen Ionen beträchtlich. Es hat also der Kieselsäurezusatz auch das gegenseitige Verhältnis der Nährstoffe, in dem sie zur Aufnahme gelangten, verändert. Auffallend ist, daß die Kieselsäurepflanzen im Verhältnis zum Kali das meiste Kalzium aufgenommen haben.

Drücken wir die in den Pflanzen vorgefundenen Gewichtsmengen der einzelnen Nährstoffe in Prozenten der mit der Nährlösung verabreichten aus, so geben uns die erhaltenen Zahlen die prozentische Resorption (Ausnützung) der einzelnen Nährstoffe an. Siehe Tab. 5, in der auch die Trockensubstanzen zum Vergleiche aufgenommen sind.

Tab. 5.

Resorption der einzelnen Nährstoffe in Prozenten der mit der Nahrlösung dargebotenen.

Zusatz pro Gefäß (3 L)	Gef. Nr.	Trock. Subst.	K	Na	Ca	Mg	PO_4	SiO_2	NO_3
—	1—3	9,513	45,88	—	1,85	12,54	55,04	—	24,49
0,3505 g SiO_2 und 0,3010 g Na als Chlorid	4—7	26,951	71,26	16,22	6,03	31,09	59,10	96,51	88,37
0,2865 g Na als Chlorid	8	8,876	40,69	16,18	1,24	11,35	49,88	—	59,28
0,1269 g Na als Bisulf.	9	16,573	55,42	50,75	3,46	31,62	56,58	—	73,83

Nochmals sei betont, daß die in den ersten zwei Zeilen der Tab. 5 enthaltenen Zahlen Mittelwerte aus 3—4 Bestimmungen sind, während die Zahlen der beiden

letzten Zeilen nur aus der Untersuchung einer Kultur herrühren und daher nicht so gesichert sind. Ausgenommen Na und SiO_2 sind alle übrigen Nährstoffe mit der Nährlösung in gleichen Mengen verabreicht worden, so daß die in den Vertikalreihen stehenden Zahlen untereinander vergleichbar sind.

Weil durch den NaCl-Zusatz in Nr. 8 die prozentische Aufnahme des K, Ca, Mg und PO_4 gegen Nr. 1—3 nicht erhöht, sondern sogar etwas heruntergesetzt wird, darf geschlossen werden, daß es die Kieselsäure ist, die in Nr. 4—7 den ganz bedeutend verstärkten Einstrom der Basen bewirkt hat. Eine vom Mg abgesehen schwächere Förderung des Baseneintrittes ist auch in Nr. 9 unter dem Einfluß des SO_4-Zusatzes zu beobachten bei gleichzeitiger Erhöhung des Ertrages. Ohne nach den möglichen Ursachen dieser Erscheinung suchen zu wollen, stützt sie doch die Anschauung, daß der noch höhere Ertrag der Kieselsäurepflanzen in erster Linie in der vermehrten Basenaufnahme begründet ist. Denn die Zahlen für die prozentische PO_4-Aufnahme weichen untereinander nicht so stark ab und mit fast der gleichen PO_4-Menge haben die Pflanzen in Nr. 1—3 und Nr. 9 sehr verschiedene Erträge gebildet. Das Nitrat der Nährlösung ist von den Kieselsäurepflanzen fast vollständig aufgenommen worden, wenn man berücksichtigt, daß der in ihren Wurzeln enthaltene Gesamtstickstoff im Mittel pro Gefäß zu 43,0 mg bestimmt wurde, so daß insgesamt 98,7% des dargebotenen Nitrats resorbiert erscheinen. Trotzdem kann diesem auffallend starken Nitrateinstrom in die Kieselsäurepflanzen keine entscheidende Bedeutung beim Zustandekommen ihres hohen Ertrages beigemessen werden, wenn er auch dabei mitgewirkt haben mag, denn die in Nr. 8 auf das mehr als das Doppelte erhöhte Nitrataufnahme vermochte gegenüber Nr. 1—3 den Ertrag nicht zu heben und die Kieselsäurepflanzen in Nr. 4—7 haben die eingedrungene Nitratmenge für die Trockensubstanzbildung bei weitem nicht so ökonomisch ausgenützt als die silikatfreien Pflanzen in Nr. 1—3, wenn auch sparsamer als die Pflanzen mit bloßem NaCl-Zusatz (Nr. 8). Siehe Tab. 6, in der die aufgenommenen Nährstoffe in Prozenten der Trockensubstanz dargestellt sind.

Tab. 6.

Zusatz pro Gefäß (3 L)	Gef. Nr.	K	Ca	Mg	PO_4	N
—	1—3	6,63	0,21	0,20	3,03	1,00
0,3505 g SiO_2 und 0,3010 g Na als Chlorid	4—7	3,64	0,24	0,17	1,15	1,37
0,2865 g Na als Chlorid	8	6,31	0,15	0,19	2,94	2,78
0,1269 g Na als Bisulfat	9	4,60	0,23	0,29	1,79	1,85

Aus ihr geht hervor, daß die Kieselsäurepflanzen das Mg und besonders das K trotz der namhaft erhöhten Aufnahme sparsamer verwertet haben als die Pflanzen, die keine Kieselsäure erhielten. Auch das PO_4 findet ungeachtet seiner etwas erhöhten Aufnahme eine viel ökonomischere Verwendung in den Kieselsäurepflanzen im Einklang mit Ergebnissen Lemmermanns und Wießmanns (l. c. 1925, S. 278 ff.). Die bloße NaCl-Zugabe hingegen führte

nur zu einer sparsameren Verwertung des Ca, während der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Mg, K und PO_4 keine wesentliche Änderung gegenüber Nr. 1—3 erfuhr. Auffallend ist die schlechte Verwendung des aufgenommenen NO_3 durch die NaCl-Pflanzen. Das in dieser Hinsicht ähnliche Verhalten der Kieselsäurepflanzen könnte daher dem mit der Kieselsäure verabfolgten NaCl zugeschrieben werden. Auch das als Bisulfat in der Nährlösung vorhandene Na (Nr. 9) ist der Ökonomie der Nitratverwertung nicht günstig, hingegen scheint es auf eine sparsamere Verwendung des K und PO_4 für die Trockensubstanzbildung hinzuwirken.

Die Kieselsäure wurde unter allen bestimmten Nährstoffen vom Hafer am weitgehendsten resorbiert. Die in Halm und Rispe enthaltene Kieselsäure stellt 96,51% der dargebotenen Menge vor, direkte Bestimmungen der in der Wurzel enthaltenen ergaben nur 4 mg SiO_2 pro Gefäß, woraus zu ersehen ist, daß fast die gesamte Kieselsäure in die grünen Pflanzenorgane wandert. Auch in den alten Versuchen von Kreuzhage und Wolff scheint die dargebotene Kieselsäure sehr weitgehend vom Hafer aufgenommen worden zu sein [1]). Auch Mieth [2]) hat in seinen Haferversuchen eine bis 100 proz. Aufnahme der Kieselsäure aus dargebotenen Kalksilikaten beobachtet. Diese hohe Resorbierbarkeit der Kieselsäure weist zumindest darauf hin, daß es Kieselsäureformen gibt, die ungeachtet ihres kolloiden Zustandes sehr leicht in silicophile Pflanzen eindringen können. Es bereitet daher hier Schwierigkeiten, etwa den verstärkten Einstrom des NO_3 evtl. auch den des PO_4 in die Kieselsäurepflanzen mit einem Donnanschen Membrangleichgewicht zu erklären. Die Zunahme des Baseneintrittes ließe sich vielleicht so deuten, daß die in die Pflanzen fast zur Gänze einströmende Kieselsäure die Basen mitführt, allenfalls auch Anionen mit sich zieht und so gewissermaßen das Vehikel für den verstärkten Transport abgibt [3]). Ob für die beobachtete Ertragszunahme der Kieselsäurepflanzen das erhöhte Resorptionsvermögen ihrer Wurzeln allein maßgebend ist, bleibe dahingestellt. Es wäre z. B. auch vorstellbar, daß die in den Blättern deponierte Kieselsäure den Spaltöffnungsmechanismus im Sinne einer gesteigerten Kohlensäureaufnahme beeinflußt. —

---

[1]) In einem ihrer Versuche aus dem Jahre 1880 fanden sie z. B. 0,259 g SiO_2 in den Pflanzen (ohne Wurzel), während sie nur 0,196 g SiO_2 mit der Nährlösung verabreicht hatten. Weil in der Nährlösung die Kieselsäure 27,03% der Reinasche ausmachte, in der Pflanze aber 16,23%, schließen sie, „daß der Übergang der Kieselsäure in die Pflanze etwas schwieriger und nicht im gleichen Verhältnis erfolgt ist wie derjenige der übrigen fixen Stoffe". Diese Folgerung ist jedoch deshalb nicht stichhaltig, weil sie in dem hier herangezogenen Beispiel in den Pflanzen 1,596 g Reinasche feststellten, während sie mit der Nährlösung (einschl. SiO_2 ohne N_2O_5) nur 0,7253 g Reinasche insgesamt verabreicht hatten.

[2]) H. Mieth, Landw. Vers.-Stat. **74**, 81, 1911.

[3]) Dem kurzen Referate der Arbeiten von N. E. Gordon und E. B. Starkey, bzw. R. C. Wiley und N. E. Gordon (Soil Sci. **14**, 1 u. 441, 1922, ref. Exp. Stat. Rec. **48**, 214 und **49**, 17, 1923), über die Adsorption von Nährsalzen durch Hydrogel und Hydrosol der Kieselsäure vermögen wir nicht zu entnehmen, ob ihre Feststellungen auf unsere Verhältnisse anwendbar sind.

Zusammenfassung.

Ein Kieselsäurezusatz zu Wasserkulturen des Hafers hatte schon frühzeitig eine üppige Wurzelentwicklung und weiterhin eine bedeutende Ertragssteigerung der Haferpflanzen zur Folge. Die Kieselsäurepflanzen nahmen, soweit untersucht, alle mit der Nährlösung verabreichten Stoffe in erhöhtem Maße auf, wenn auch nicht im gleichen Verhältnis wie die ohne Si-Zusatz gebliebenen Pflanzen, besonders weitgehend die Kieselsäure und das Nitrat. Trotzdem dürfte die Ertragssteigerung in erster Linie mit der erhöhten Basenresorption (besonders Kali) zusammenhängen. Die Kieselsäurepflanzen verwerteten das aufgenommene K und PO_4 sparsamer, das in großer Menge eingedrungene NO_3 hingegen viel unökonomischer für die Produktion als die Pflanzen ohne Kieselsäuregabe.

Concerning Biology, Sociology and Psychology in the System of Sciencies.

By Dr. Emanuel Chalupný, Honourary lecturer at the University in Brno and the Polytechnical School in Prague, Associé of the International Institute of Sociology in Paris.

The term "Sociology" as formed by Comte, being a philological hybrid, became in this respect a butt of many charges. Its inadaequacy as to its content is, however, of a graver nature. This term has lead to an erroneous conception of the object of sociology as well.

Partly it is selfevident that sociology is concerned with the investigation of "social" phenomena, partly the expression "social phenomena" is used to mark these phenomena as contradictory to individual ones. So the conception of sociology is being pushed aside into a close province of "social" phenomena, i. e. of interindividual and associative relations. Such a conception, of course, it will be proved, causes a permanent confusion in the orientation, serves as a weapon in the hands of the adversaries of sociology, and if it were carried to its consequencies, general sociology would even be rendered impossible.

But in spite of this wide-spread erroneous conception sociological science itself is going on the whole in the right way. For the sake of achieving the right definition of sociology only a deduction of the logical consequencies of the previous content of sociological work is necessary.

Comte and Spencer are recognised as the founders of sociology by all sociological schools. The work of both these geniuses is therefore canonical and everyone may apply to it for instruction at any time. Well, what do Comte and Spencer deal with under the name of sociology? They are concerned with the family, citizens, political organisations, language, science, art, morality, economics, technology, law, education and further natural surroundings as a factor bearing on "community" as well as on the physical and mental properties as a "social factor".

Spencer sumps up these phenomena under the category of "superorganic evolution". The evolutionary succession of the sociological phenomena against the biological is marked out comprehensively by that expression, while no positive determination of their content is given in such a way. Consequently we must search for the whole of these phenomena a new comprehensive expression. Civilization or Culture represents such an expression. Each category of the phenomena mentioned above is a compound of civilization or culture. The following, is, therefore, the right definition of sociology: Sociology is a science concerned with civilization or culture. Concerning the words "civilization" and "culture":

these words have long been a common possession of many of the European languages. Some of them make more use of the word "civilization" (French, English) some, the word "culture" (German) other have replaced these expressions by their own (Serb-Croatian: prosvjeta; Bohemian: osvěta; Slovenian: olika; Dutch: beschaving; Icelandic: menning; Latvian: apšvietimas; Hungarian: müvelödes; Finnish: hengenviljelys). But within all these languages likewise in the Asiatic ones (Arabic: adabö; Chinese: chiao hua; Japanese: kaikwa, kyōkwa, ky-ō-iku) irrespective of some wavering and of some attemps at differentiating the content of both these expressions, a more or less clear consciousness prevails — that here is in a question a separate province of phenomena, distinct from the province of "natural" phenomena, the former being implicated by the brief common indication "civilization" or "culture".

Concerning the content of this province of phenomena from what has been previously said, it appears unmistakably that civilization and culture do not merely comprise the interindividual, i. e. community phenomena, which opinion often obtains. In addition to these phenomena *the phenomena of individual life* belong here too (as for instance artistic, scientific, philosophic and religious creations) immediately after they become sensible from outside: further the results (achievements) of individual and community life (*human works*, especially of a material nature as for instance human buildings as well as other human works, and of a spiritual nature, e. g. scientific theories) and finally *nature itself*, so far as it touches human life actively (as for instances climatic conditions as a social agency) or passively (domesticated animals and cultivated plants).

There is no matter of difficulty of vagueness in discriminating the cleavage dividing this branch of sociology from the contignous sciences, biology and psychology. Some examples: 1. Agriculture belongs to biology in so far as it is concerned with the properties and conditions of organic breeding (strain-crossing with stock-raising, cultivation of grains, fodder-plants, trees), whereas it belongs to biology and other natural sciences (chemistry etc.) in so for as the conversion of organic products is in question (milk, butter, cheese; crops, threshing and purifying of grains); in turn it comes within the reach of sociology in so far as its cultural properties are concerned which make it distinct from other occupations of man (hunting, fisheries, industries, commerce, military service, literary activities etc.). 2. Artistic creation belongs to the scope of psychology so long as it stays in the secret heart of the creating artist; as soon as it commences to be manifested externally in the image of word, tone, line, colour, gesture (with actor and dancer) it starts being a sociological phenomenon.

By means of this outer element the sociological phenomena are distinguishable not only from psychological. The beast protects itself merely by its limbs, i. e. by its body. Man protects himself in addition by external objects, completely different and separate from his own body as he adopted them from Nature (throwing stones, clubs) or created them himself (weapons). The beast is mastered by its genuine instinct, i. e. by the inner result of inherited and acquired experience, while man is controlled beyond that by the externalized

result of other people's experience and activities (laws, imitation etc.). Man is, therefore, different from the beast in that, beyond material and mental power shut-in within the biological subject, he creates material and mental objects to serve his needs or makes use of the objects which he finds in Nature. This phase of human being is called o b j e c t i v a t i o n. It is a feature exhibited by each sociological phenomenon and by all civilization or culture. O b j e c t i v a t i o n i s a f u n d a m e n t a l p r i n c i p l e o f s o c i o l o g y. It differentiates the object of sociology both from the object of psychology and from the objects of biology and natural sciences. In accordance with this sociology is to be defined exactly as a science deling with objectivation. Some statements are necessary concerning characteristics of objectivation.

1. "Objectivation" is practically a correlative to "subjectivation". For the therm "object" is of correlative nature to the term "subject" as the surface to the interior. To say that objectivation is a principle of sociological phenomena is, therefore, but an abbreviation of the statement that t w o p h a s e s, o b j e c t i v e a n d s u b j e c t i v e, a r e e x h i b i t e d b y e a c h s o c i o l o g i c a l p h e n o m e n o n. This common quality makes them unparalleled as compared with all other phenomena.

2. Sociological objectivation is of two kinds. Weapons, instruments and other material objects are natural products, which man has adjusted through the technical process, i. e. through his cultural efforts. On the other hand law regulations, religious dogmas, principles of science an the like phenomena are exclusively cultura l objects, which have been made out of no natural products. Consequently we may differentiate t h e n a t u r a l - c u l t u r a l o b j e c t i v a t i o n f r o m t h e g e n u i n e c u l t u r a l o b j e c t i v a t i o n. In this respect sociological phenomena are different from each other.

3. Objectivation as is suggested by the form of the word itself is merely a tendency toward objectivation, not objectivation itself. For example: Pythagoras' theorem is but the outer expression and permanent (oral or literary) fixation of the thinker's original thought, i. e. an objective expression of a phenomenon primarily subjective. But notwithstanding the objective expression it by no means ceases, to depend on the human subject; for as soon as it had been deprived of the inner (mental) human activity which adopts and uses this theorem in support of further thinking, the theorem would have no purpose. As has just been said the objectivation is an essential difference between sociological on the one side and psychological, biological and other phenomena on the other side. So it appears to be a feature which enables us to determine the due position of sociology in the system of sciences.

Comte ranked in his work: "Hierarchy of Sciences" all sciences in this scale: 1. mathematics, 2. astronomy, 3. physics, 4. chemistry, 5. biology, 6. sociology. As these sciences are treated as abstract sciences, astronomy being a concrete science was replaced by Masaryk and others of Comte's disciples in the scale of sciences proper by mechanics.

The determination of the proper position in this scale for psychology is a problem of greater importance. Comte did not recognise psychology as an independent science, placing the explanation of psychological phenomena at

the close of biology so that they had an intermediate position between actual biological and sociological phenomena. Some subsequent students (Spencer, De Greef, Ward, Masaryk, Ostwald, Giddings etc.) retained this view saving that they considered psychology as an independent science. Consequently Comte's scale has been in later science so readjusted: 1. mathematics, 2. mechanics, 3. physics, 4. chemistry, 5. biology, 6. psychology, 7. sociology (see "Versuch der konkreten Logik" by Masaryk, 1886). Nevertheless such an alignment of psychology, which aroused with Masaryk himself certain doubts, contradicts the very nature of these phenomena. Biology, as much as the other sciences, deals with natural products, i. e. with entities, which are held in civilisation for objects. Psychology deals with the internal condition of minds, i. e. with subjective phenomena, while sociological phenomena are in possession of two phases. Sociology, therefore, should be given a place between biology and psychology in the system of sciences.

In such a manner not only will the nature of sociological phenomena be comprehensively marked out, but moreover further supplement of the system of sciences by logic will be facilitated, logic having been omitted from the systematic ranking as performed by Comte and his disciples either completely or loosely joined with other sciences. Spencer and Ostwald put it at the head of the series of sciences (before mathematics) as a science of the most abstract character; De Greef ranks it together with psychology, which is apparently right, but in terms of his own scale of sciences, where psychology is given a position between biology and sociology, this position is untenable.

The suggested inter-change of positions of psychology and sociology enables us to avoid all such difficulties and to attain the right and complete system of eight abstract sciences.

This planic scheme is spread out symmetrically along four axes (logic-chemistry); mechanics-sociology etc.), but to meet our task it is sufficient to follow the parts of the scheme their contiguity one to another, i. e. in the linear manner. The scale as formed by Comte is of linear kind; but as the surface of the globe, though apparently flat, is actually spherical, so here a seemingly straight line proves to be a circle. Its parts, although they are obtainable by

means of gradual specialisation (Comte used to say: by means of decreasing generality and increasing complexity) of the studied object, articulate with each other at length as the violet colour agrees with the redness from the painter's point of view in the spectrum, irrespective of the fact that they are most distant from one another if viewed from the attitude of optics and mathematics (I. paradox or antinomy in this system of sciences).

The Comte has been changed in another respect also by this readjustment. Comte believes that the phenomena examined by individual abstract sciences range themselves hierarchically one above another, so that sociology being in his opinion the paramount science is based on other sciences, especially on biology as its intermediate forerunner, whence methodical and pedagogic consequences have been derived. Spencer, however he sharply opposed the Comte scale, built up sociology yet more extensively on a biological basis, as sociology was pursued by the "organic" school, while the psychological school made efforts to base sociology on psychology. Some attempts were even made to put sociology on a basis of mathematics (statistics), mechanics and other sciences.

All these attempts were fundamentally wrong. Sociology may and must be enriched with the results of other sciences, while its establishment can be realised exclusively by the direct study of its field, civilization. For as is equally clearly illustrated by the outlined system of sciences, there obtains nothing like a hierarchy of phenomena, i. e. the phenomena are not one above another but one beside another. Individual cases of superiority in one direction are, of course, recorded. For instance, man as a sociological creature is in point of evolution much later than man as a biological creature. This fact may be utilised in pedagogics, but is not true of the relations of the whole subject-matter of all sciences. Further it has been proved clearly by this scheme that the whole material accessible for science is united and indivisible (centre) and that separate sciences extract individual intrinsically kindred classes of phenomena (surface). These classes or categories of phenomena are of genuinly abstract nature; in each concrete phenomenon meet together several abstract classes (as for instance in the circulation of the blood there occur distinct biological, chemical, physical etc. phenomena, in the building of a house mathematical, mechanical, sociological, psychological and other phenomena. Each science picks out of the indivisible fact a certain class of phenomena and their carriers and examines this abstract group by its own method. This method is either of an objective or subjective character. In psychology the subjective method prevails, whereas both the methods are equally used in sociology; in biology the objective method preponderates, being graded up to mathematics, wherein it culminates. Both extremes meet in logic, which deals with the objectivation of subjective phenomena (thinking) (II. paradox or antinomy of the system of sciences).

This system finally provides for other system of sciences, especially for sociology as the latest and the least developed science, one consequence of fundamental importance: As the above-mentioned eight abstract sciences embrace the whole vast universe, i. e. the sum of all internal and external phenomena, each of these sciences covers an immense field, as long as it retains a strictly

abstract character, and, therefore, remains a general science. Herein only appears with the utmost clarity what has been previously said in the definition of sociology. General sociology is possible exclusively as a science concerned with the whole of civilization or culture. Science concerned with a single division of civilization, in society or community (or whatever "social" community phenomena are called) is but one of numerous branches of special sociology, having as such no place in the system of general abstract sciences but only in the number of special sociological sciences.

There is no reason to fear that this attitude means an extravagant extension of the subject of sociology on the ground that it would be so impossible to examina the whole range of culture from within one science. Philosophy covers a still wider field and its way is by no means obstructed; in fact it is its very width which makes it philosophy. Sociology may equally remain sociology only as a science concerned with thewhole of civilisation; sociology as a science concerned with tocial phenomes would represent only an extended science of government, wherea the term sociology was formed just by the extension of this narrow concept of past centuries into general science. This science has been granted possibilities by the law of objectivation, which commonly covers all cultural phenomena, in which point culture is consequently distinct from other categories of phenomena.

Landwirtschaftliche Betrachtungen zum Rauchschadenproblem.

Dr. Ing. E. G. Doerell, Prag.

In seinem grundlegenden Werke, die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen (Verlag Urban & Schwarzenberg) schätzt Stoklasa den jährlichen Schaden, der in der landwirtschaftlichen Produktion der Tschechoslowakei entsteht, auf 250—300 Millionen Ktsch. = 36—40 Millionen Mark. Für das deutsche Reich berechnet A. Janson in seiner Abhandlung „Industriegase als Pflanzengifte" (Prakt. Landw. 1924, 43) den Ernteausfall, der durch schwefelige Säure und Schwefelsäure jährlich verursacht wird auf 28 Millionen für das Jahr 1890 und auf 116 Millionen Mark im Jahre 1924. Die fortschreitende Industrialisierung läßt voraussehen, das dies nicht die oberste Grenze bleiben wird.

Jedenfalls sind die Schädigungen derart große, daß diesem internationalen Problem der Rauchschadenfragen das größte Augenmerk zugewendet werden muß. Die internationale Kommission für Rauchschadenfragen in Rom, deren Präsident Stoklasa ist, hat es sich zur vornehmlichsten Aufgabe gestellt, Mittel zur Verhütung und Milderung der Schäden zu finden.

Sowohl Industrie und Bergbau als auch die Landwirtschaft sind Grundlagen einer gesunden modernen Staatswirtschaft und müssen auch in unmittelbarem Nebeneinander jede ihre höchste Leistungsfähigkeit und Rentabilität anstreben.

Die Verhütung der Schäden durch technische Mittel, gesetzliche Vorschriften usw. finden bald ihre wirtschaftlichen Grenzen (vgl. A. Reich, Leitfaden f. d. Rauch und Rußfrage, Vlg. R. Oldenbourg, München 1917, Stoklasa, a. a. O., S. 436 ff.). Es wird also immer ein gewisser ortsüblicher Schaden bestehen bleiben.

Vom Standpunkt der Landwirtschaft ist es nun wesentlich, zu erkennen, wie sich diese Schädigungen auswirken und welche landwirtschaftliche Mittel zur Vorbeuge, Verhütung oder Bekämpfung zur Verfügung stehen.

An und für sich sind die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen durch die direkten Schädigungen, infolge ihrer kürzeren Vegetation, relativ weniger gefährdet als Bäume und Wälder. Dafür liegen sie aber meistens der Schadenursache (Halden usw.), näher.

Trotz der kurzen Vegetationszeit treten aber wie die Versuche von Clarois, Ebaugh, Harkins, Haywood, Stoklasa und Swain gezeigt haben auch bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen chronische und akute Schäden, infolge der Einwirkung der Rauchgase, vornehmlich der schwefeligen Säure auf. Häufig werden diese bei den Rüben als Krankheits-

erscheinungen von Sporidesmium putrefaciens und Uromyces betae angesehen. Bei Weizen glaubt man oft an eine Intoxikation von puccinia glumarum usw.

Am stärksten, weil ständig den Einflüssen der Rauchgase und Fabriksexhalationen ausgesetzt, muß der Ackerboden betroffen werden. Landwirtschaftlich werden wir mit dem Kampfe gegen die Rauchschäden auch dort einsetzen müssen, um so mehr als praktisch eine innere Therapie unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen nur auf dem Wege der Ernährung erreicht werden kann. (Vgl. A. Müller, Die innere Therapie der Pflanzen, Verlag Parey.)

Durch die Rauchgase wird, abgesehen von der direkten toxischen Wirkung auf alle Lebewesen, der Nährstoffgehalt der Böden und damit auch die Biologie des Bodens weitgehend beeinflußt. So fand Stoklasa, daß in Böden, nahe der Rauchquelle, wo der schädliche Einfluß des Schwefeldioxydes und Schwefeltrioxydes besonders stark war, je Gramm Boden nur 5—6000 vegetativer Keime Bakterien enthalten waren.

Die Menge der vorhandenen leichtaufnehmbaren biogenen Elemente, bei genügendem Humusvorrat, ist bestimmend für das Leben der Mikroorganismen im Boden, sowie für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen.

Richtig ernährte Pflanzen die zur kräftigen Entwicklung gelangen, werden gegen die schädlichen Einflüsse des Schwefeldioxydes, der schwefeligen Säure und Schwefelsäure viel widerstandsfähiger sein, als es bei Pflanzen, die auf einem Boden wachsen, welcher arm an leicht assimilierbaren biogenen Elementen ist, der Fall sein kann. Besonders maßgebend für die Widerstandsfähigkeit der Vegetation ist die Reaktion des Bodens (Stoklasa, a. a. O., S. 430).

In Bergbau und Industriegegenden finden wir auf kalkarmen Böden oft eine aktive Azidität die pH 3—5,6 beträgt. Der ganze Kraft und Stoffwechsel der Mikroorganismen wird von der aktiven Azidität beeinflußt. So fand Stoklasa, daß in Böden mit einer pH-Zahl von 7,2 in einem Gramm 78 Millionen vegetativer Keime enthalten waren. Von diesem Boden atmeten 1 kg innerhalb 24 Stunden bei 20°C und 25% Wassergehalt 85 mg Kohlendioxyd aus. Ein rauchbeschädigter Boden mit pH 4 enthielt nur 6 Millionen vegetativer Keime im Gramm. Die ausgeschiedene Kohlendioxydmenge von 1 kg. Boden betrug nur 5 mg (Stoklasa und Doerell, Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens, Parey, S. 204).

Es wurden bis jetzt von mir ungefähr 600 Bodenproben aus den Gebieten Falkenau—Brüx—Dux—Teplitz—Karbitz zur Untersuchung herangezogen. Die Reaktionsprüfungen wurden z. T. kolorimetrisch (Mercks-Indikator) zum Teil elektrometrisch gemacht bzw. überprüft, wobei sich weitgehende Übereinstimmung ergab.

Auf Grund dieser Untersuchungen glaube ich sagen zu können, daß hinsichtlich der Kalkung bei unseren Landwirten entschieden Fortschritte zu verzeichnen sind. Denn im allgemeinen konnte ich feststellen, daß die Reaktion vieler Böden in diesem Gebiete in den beiden letzten Jahren durch die regelmäßige Kalkung deutlich verbessert wurde.

Die schädliche Wirkung der Rauch- und Haldengase darf aber nicht allein in der Entkalkung des Bodens gesehen werden, sondern in gleicher Weise in der Verarmung der Böden an anderen Nährstoffen.

Unter dem Einfluß der Sulfit- und Sulfatione werden die Kalzium-Kalium-Natrium-, Magnesium-Ione ausgewaschen. Aber auch der Phosphorsäuregehalt sinkt außerordentlich stark. (Vgl. Untersuchungen von Stoklasa, Wieler, Rippert, Haselhoff usw., Stoklasa, Biochemischer Kreislauf des Phosphations, Fischer, Jena.)

Zahlenmäßige Angaben über die Nährstoffverluste die auf diese Weise je Hektar der rauchgeschädigten Fläche entstehen oder entstehen können, liegen wenige vor. — Gerade hier wird der Feldversuch wohl immer das beste Auskunftsmittel sein.

Diese, durch Rauchgase verursachten Nährstoffverluste, sind neben der Störung der photosynthetischen Prozesse, mit Hauptursache der sogenannten unsichtbaren Rauchbeschädigungen. Nach Ramann und Sorauer verstehen wir darunter solche Störungen im Pflanzenwachstum, die nur in der Zuwachsgröße zum Ausdrucke kommen.

Die Entkalkung der Böden durch Säuregase und Nebel, bzw. durch die mit solchen Stoffen gesättigten Niederschläge, steht nach vielen Untersuchungen und Beobachtungen fest. Die grundlegenden Anschauungen A. Wielers (Pflanzenwachstum und Kalkmangel im Boden) finden wir durch die zahlreichen Untersuchungen Stoklasas in verschiedensten Gegenden bestätigt (a. a. O., Seite 278).

Vereinzelten anders lautenden Beobachtungen, wie jenen von A. P. Kelley, „Rauch und Bodenazidität", Bot. Gaz. 77, 335, 1925, kann auf Grund der vorliegenden sonstigen Resultate nicht zugestimmt werden.

Tritt also durch die Rauchgase eine Minderung des Nährstoffgehaltes der Böden ein, so muß die erste und hauptsächlichste landwirtschaftliche Therapie darin bestehen, mindestens diese Verluste durch entsprechende Düngung zu ersetzen.

Mit dieser Zusammenfassung ist aber auch die, in ihrem vollem Umfange noch viel zu wenig beachtete Richtlinie für die praktische Landwirtschaft gegeben.

Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient in Industriegegenden der Phosphorsäuregehalt der Böden. Schon wegen der zwischen Bodenreaktion und wurzellöslicher Phosphorsäure bestehenden Beziehungen, die besonders durch die Untersuchungen von Stoklasa, Christensen, Niklas, Wrangell u. a. weitgehend geklärt sind. Allerdings ohne daß die praktische Landwirtschaft auch überall daraus die richtigen Schlüsse zieht. Wie nachstehend angeführte Bodenanalysen aus dem nordböhmischen Bergbaugebiet zeigen, haben die Landwirte zwar die Kalkfrage beachtet, aber nicht auch den nötigen Phosphorsäureersatz gegeben.

Die große Bedeutung des Phosphations für die gesamte Biologie des Bodens hat besonders Stoklasa durch seine Forschungen nachgewiesen. Stoklasa bezeichnet direkt die biologische Absorption des Phosphations im Boden als Maßstab der vitalen Energie der Bodenbakterien. An anderer Stelle sagt

er: „Es ist eine überraschende Tatsache, daß durch Zugabe von wasserlöslicher Phosphorsäure die Assimilation des elementaren Stickstoffs im Boden ungemein gefördert wird." Aus solchen klar formulierten Erkenntnissen der Wissenschaft sollte aber die praktische Landwirtschaft die Wichtigkeit der Phosphorsäuredüngung lernen.

Wie dies eine Reihe von Neubauer-untersuchungen aus gut geleiteten größeren und mittleren Betrieben der nordböhmischen Bergbaugegend zeigt, ist dies aber heute noch nicht der Fall.

Feld	Boden	Reaktion: 1926	1927	Neubauer-zahl	Frucht
1 LO.	Tonboden	7	7,7	3,9	Weizen
2 LO	Tonboden	7,—	7,7	3,9	Weizen
3 LO	Tonboden	7,1	7,75	1,5	Weizen
4 LO	Lehm	7,1	7,34	1,38	Rüben
5 LO	Lehm	—	7,39	2,47	Korn
1 As	Lehmiger Sand	4,1	6,55	4,2	Korn
2 As	Lehm	5,8	7,11	3,2	Kartoffel
3 As	„	4,9	6,87	2,74	Gerste
4 As	„	4,3	6,55	0,9	„
5 As	„	5,3	7,87	2,47	„
6 As	„	6,—	8,11	2,8	„
7 As	Lehmiger Sand	5,4	5,93	5,1	Korn

Besonders deutlich konnte ich ein Beispiel für den Rauchschaden, wie er hauptsächlich durch Lokomotivenrauch verursacht wird, durch die während zweier Jahre vorgenommener Untersuchungen feststellen. Bei der Eisenbahnstation Šouš bei Brüx, ungefähr in der Mitte eines knapp an der Bahn gelegenen, ebenen, durchaus gleichbehandelten und gleichmäßig gedüngten Feldes trat eine Stelle auf, wie sie bereits H a s e l h o f f (Dortmunder Zinkhütte, vgl. W i e l e r S. 136) als Rauchblöße beschreibt. Diese Stelle zeigt einen wesentlich niedrigeren Kalk — aber auch Phosphorsäuregehalt.

Die Beobachtung geben dafür eine einleuchtende Erklärung. Die Lokomotiven der Züge bleiben an einer ganz bestimmten Stelle stehen. Der Wind hat dort vorwiegend eine Richtung, so daß die Rauchfahne erst in einer gewissen Entfernung von der Bahn auf das Feld gedrückt wird.

Die Untersuchung zeigte folgendes Bild: 1926 wies das Feld eine durchschnittliche Reaktion im Mittel von 20 Aziditätproben 4,8—5,3 pH auf. Wobei die genannte Stelle sich durch ihre niedrige PH-Zahl abhob. (4,3). 1927 nach der im Herbste 1926 durchgeführten Kalkung hatte das Feld eine Durchschnittsreaktion von 6,8—7,4 pH. Näher bei der Bahn 7,8—8,1 pH. Die rauchbeschädigte Stelle, die überdies eine besondere kleine Gabe von Scheideschlamm erhalten hatte, zeigte eine Durchschnittsreaktion von 6,65—6,8 und einen Neubauerwert von 0,9 mg, während das übrige Feld Neubauerzahlen von 2,47, 2,74, 2,8 zeigte.

Ein besonders deutliches Zeichen dafür, daß die Reaktion und der Phosphorsäuregehalt der Böden eine deutliche Minderung erfährt je näher man der Rauchschadenquelle kommt, brachte die Untersuchung eines großen Rübenfeldes in

W. bei Brüx. Es zeigte sich auf diesem Schlage von ca. 20 ha, daß trotz gleicher Düngung eine Abnahme der Reaktion und des Phosphorsäuregehaltes in der Richtung gegen den Tagbau zu konstatieren war. Der Boden war nach mechanischer Zusammensetzung, Mächtigkeit, Schichtenfolge, wie die Aufschlüsse zeigen, als gleichartig in allen Teilen zu betrachten.

	pH.	Ges. Phosphors.	zitr. lösl.	relativ
Musterfeld (Klasse A)	7,5	0,228%	0,085	37%
Rübenfeld Nr. 24	7	0,198%	0,098	35%
(½ km von der Rauchquelle entfernt)				
Rübenfeld Nr. 45	6,5	0,103%	0,017	17%
(ca. 100 m von der brennenden Stelle an der Straße)				

Ein Kartoffelfeld unmittelbar am Tagbaurande zeigte 5,8 pH Gesamtphosphorsäure 0,112, relativ löslich 10%.

Das sind Böden mit relativ hohen Phosphorsäuregehalt. An anderen Stellen des Gebietes sank der Gesamtphosphorgehalt auf nur 0,075% — 0,008%.

Der Gesamtgehalt der Böden an Phosphorsäure bewegt sich in nordböhmischem Industriegebiet hauptsächlich zwischen 0,11—0,21%, selten bis 0,25 oder darüber. Die relative Löslichkeit geht selten über 15% hinaus. Ein Beweis für das starke Phosphorsäurebedürfnis der Böden.

Durch die Düngung wird die Reaktion wesentlich verändert, damit aber ein großes Moment des Rauchschadens verringert. So fand ich, daß z. B. die gut gepflegten Maierhofsfelder (Hf. Tsch.), die ausreichende Stallmistdüngung (700 dz/ha) weiteres eine Scheideschlammdüngung und im Jahre vor der Untersuchung 1,5 dz Superphosphat, 1,5 dz Kalkstickstoff und 1 dz Kalisalz erhalten hatten, eine Reaktion von 7,0—7,3 zeigten, während die Nachbarfelder in gleicher Entfernung von der Rauchquelle (Tagbau) 5—5,4 pH aufwiesen.

Sonst ließen sich auch auf anderen jahrelang gleich behandelten Feldern deutliche Reaktionsunterschiede in der Richtung zur Rauchquelle, bzw. nach der herrschenden Windrichtung feststellen.

Z. B. ging quer durch das Feld eine Reaktionsgrenze, die genau dem Schutzstreifen entsprach, welchen ein mechanisches Hindernis, in diesem Falle ein Kohlendepôt, ausübte, so daß die Haldengase diesen Streifen nicht treffen konnten. Dort fand ich 7,4—7,2—7 pH, wo der Rauch auftraf trat 4,9—6,3 pH auf.

In größerer Entfernung von der Halde zeigte sich das Wirkungsgebiet des Rauches verbreitert, es ließ sich dann dieser Einfluß bis auf eine ca 350 m entfernte Baumallee verfolgen. Im Boden jener Stämme, welche besonders in der Windrichtung lagen, stellte ich pH von 4,1—5,5 fest. Auf der abgekehrten Seite war die Reaktion etwas höher, um außerhalb der Baumtraufe bis auf 6,6—6,9 pH zu steigen.

Die schützende Wirkung auch kleiner Hindernisse, sofern sie nur den Wind abzulenken vermögen, konnte ich öfter feststellen. (Vgl. Stoklasa und Doerell, S. 205.) So war z. B. die Reaktion an drei gleichalten Bäumchen, die in Entfernung von je 10 m, gleichweit von der Rauchquelle auf einem Wiesenrand standen 4,5 pH, bei dem in der Hauptwindrichtung liegenden; 5,5 pH bei dem zum Teil durch den Luftschacht geschützten Baum, und 6,5 pH bei dem Baum,

der nicht mehr in der Windrichtung lag. Die Bäume wurden nie gedüngt, auch nicht durch ev. Herabschwemmen vom Nachbarfeld.

Bei Kiefernpflanzungen in der Nähe des Tagbaurandes fand ich pH-Werte von 3,8—4,2, die Kiefern waren abgestorben. Gesamtphosphorsäuregehalt 0,007—0,013, lösl. in HCl.

Einen Rauchschutz übten diese kümmerlichen Kiefernpflanzungen nicht aus. Die Rauchschwaden steigen über die kaum mannshohen Bäumchen heraus, wälzten sich darüber hin, um erst recht auf die dahinter liegenden Felder zu fallen. Ein Kartoffelfeld, das in dieser Pflanzung lag (ca. 80—100 m von der Rauchquelle) zeigte eine pH von 4,2—4,4 und einen Gesamtphosphorgehalt von 0,021%—0,026%. Die relative Löslichkeit betrug nur 3,7%.

Die Phosphorsäurefrage, die ja an und für sich innig mit der Kalkfrage verknüpft ist, verdient also gerade in Industriegegenden besondere Beachtung.

In dem starken Phosphorsäurebedürfnis der Böden in Gegenden mit viel Rauchentwicklung glaube ich ein Hauptmoment für das Auftreten von Schmachtkorn zu sehen. Die Landwirte klagen, daß das Korn von rauchbeschädigten Feldern schlecht scheffle oder schütte. Das hat sicherlich seinen Grund in der auf solchen Feldern häufig auftretenden Schartigkeit der Ähren durch direkte Beschädigungen der Blüten, zum Hauptteil aber in der mangelhaften Ausbildung der Körner. Eine Erscheinung, die bekanntlich auch sonst auf phosphorarmen Böden auftritt.

Eine entsprechende Düngung kann solche Erscheinungen weitgehends vermeiden. Dafür bringen meine Untersuchungen aus dem Ostrauer Gebiet ein gutes Beispiel. Es ergaben zwei Höfe ein und derselben Herrschaft mit ähnlichem Boden, gleicher Düngung und Fruchtfolge folgendes Bild:

Hof H.

Boden	Frucht	Reaktion	Neubauerzahl
Lehmboden	Rübe	7,67	7,95
,,	Weizen	7,34	8,10
Tonig. Lehm	Wiese	7,37	4,51
Lehm	,,	6,33	3,83
Sand. Lehm	Rübe	7,68	6,24
,,	Weizen	7,66	7,52
,,	Korn	7,65	6,12

Hof R.

Lehm	Gerste	7,67	0,57
,,	Klee	7,46	0.81
,,	Hafer	7,76	0,71
,,	Klee	7,02	2,80
,,	Gerste	7,71	0,09
,,	Wiese	6,67	5,61
,,	Mischling	7,37	5,03

Die Ursache liegt wohl darin, daß der Hof R. erst vor einer Reihe von Jahren in eigenen Betrieb übernommen wurde. Die Bodenreaktion hat sich durch die regelmäßigen, gut bemessenen Kalkungen ausgeglichen. Der Phosphorsäuregehalt konnte aber durch die gleiche Düngung nicht ergänzt werden. —

Beide Höfe liegen im Industriegebiet, wobei der Hof H. entschieden mehr gefährdet erscheint. Trotzdem wurden in diesem Falle die schleichenden Schäden durch entsprechende Düngung unbewußt vermieden oder vermindert.

Tatsächlich ist die Ernte bei einer Normaldüngung von 30 dz Kalk (alle 4—5 Jahre) von 250 kg Kalkstickstoff, 200—300 kg Superphosphat, 100 kg Kalisalz bzw. 300 kg Kainit auf den beiden Höfen verschieden. Wie mir seitens der Verwaltung dieser Höfe angegeben wurde, rechnet Hof H. mit einem Durchschnittsertrag an Rüben je ha 360—380 dz, Hof R. mit 320—340 dz, Hof H. hat einen Durchschnittweizenertrag von 27 dz, Hof R. von 20—23 dz.

Besonders drückt sich der niedrige Phosphorsäuregehalt der Böden im Hektolitergewicht des Getreides aus. Wie mir vom ständigen Abnehmer der Getreideernte beider Höfe mitgeteilt wurde, hat das Getreide des Hofes R. immer ein um 1½—2 kg und darüber kleineres Hektolitergewicht als jenes der anderen Höfe.

Der praktische Schluß aus diesen Ergebnissen und Forschungen muß der sein, besonders in rauchgeschädigten Gegenden für einen genügenden Ersatz an leichtaufnehmbarer Phosphorsäure zu sorgen. Denn hier gilt mehr noch als anderwärts der Satz, den Sir John Russel auf Grund der 80jährigen Rothamstedter Versuche aufstellte: „Phosphorsäuredüngung kann als eine Versicherung gegen schlechte Jahre angesehen werden."

Von Interesse ist die Tatsache, daß die Landwirte in den Industriegebieten mit Vorliebe die Phosphorsäuredüngung in Form von Superphosphat geben. Entweder vor dem Anbau oder zum Teile als Kopfdüngung. Diese Düngungsart der praktischen Landwirte ist ein guter Beweis für die Beobachtungen Professor Kappens (Bodenazidität und Phosphorsäuredüngung). Kappen fand, daß die Jugendentwicklung der Pflanzen durch eine Düngung mit Superphosphat auch auf stark saurem Boden deutlich begünstigt erscheint, gegenüber einer Düngung mit anderen Phosphorsäuredüngern. Diese Beobachtung haben die praktischen Landwirte scheinbar ebenfalls gemacht und richtig ausgewertet.

Auf die gestörte Ernährung der Pflanzen durch die Rauchschäden weist auch Wieler (a. a. O. S. 120 ff.) hin. Er führt z. B. den gelblichen Farbton der Blätter auf Stickstoffmangel, hervorgerufen durch den Kalkmangel im Boden, zurück. In versauertem Boden ist die Entwicklung des Wurzelsystems gestört, damit hängt die schlechtere Wasserversorgung der oberirdischen Teile zusammen. Das Wachstum der Bäume kommt in solchen Gegenden scheinbar zum Stillstand. — Aus der Störung der Wasserversorgung ergibt sich die Folgerung möglichst mit leichtaufnehmbaren wasserlöslichen Düngemitteln zu arbeiten, oder einen Teil der Düngung bereits im Herbste zu geben.

Durch einen Demonstrationsdüngungsversuch, den ich auf der auch von Stoklasa untersuchten Baumallee anlegte (s. Stoklasa und Doerell, S. 207 und Doerell, Ernährung der Pflanze, Berlin 1926/27) konnte ich zeigen, daß eine gute Ernährung mit leichtlöslichen Düngemitteln, die Rauchschäden auch an Bäumen deutlich milderte.

Eine sehr wesentliche Frage ist auch die genügende Kaliernährung der

landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in solchen Gegenden. Auf eine Stickstoffdüngung vergißt ja der Landwirt erfahrungsgemäß am wenigsten.

Über die Verringerung des Kaligehaltes der Ackerkrume unter dem Einflusse der Rauchgase liegen noch wenig Untersuchungen vor. Nach Stoklasa, Wieler u. a. steht es aber fest, daß die Böden durch Rauchschäden kaliärmer werden (Stoklasa a. a. O. S. 301).

Welch große Rolle das Kalium sowohl bei der Chlorophyllbildung als auch bei der Photosynthese spielt, haben gerade die Forschungen Stoklasas gezeigt. (Vgl. Stoklasa, Ist das Kalium an dem Auf- und Abbau der Kohlehydrate bei höheren Pflanzen beteiligt. Ztschft. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1922; Stoklasa, Šebor und Senft, Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung des Chlorophylls. Bot. Ztbl. Bd. XXX, H. 2, 1913; Stoklasa, Physiologische Bedeutung des Kaliumions im Organismus der Zuckerrübe. Vgl. Fischer, 1916; Stoklasa, Bedeutung der Radioaktivität des Kaliums bei der Photosynthese. Biochemische Ztschft. III, 1920 u. a.)

In Rauchschadengegenden haben wir viel mehr nebelige Tage als in rauchfreien Gebieten. Ein Kalimangel muß sich daher besonders stark bemerkbar machen.

Die Dauerversuche Sir John Russels haben gewissermaßen den praktischen Beweis für die besondere Notwendigkeit einer ausreichenden Kaliernährung der Pflanzen in nebeligen Gegenden erbracht. Russel berichtet, daß die Kartoffel, wenn nur wenig leicht aufnehmbares Kali im Boden zur Verfügung steht, im Ertrage stark von der Menge Sonnenschein während ihrer Hauptwachstumsperiode abhängig sind. Die Jahre mit der geringsten Zahl Sonnenstunden hatten auch den niedrigsten Ertrag. 62 dz Kartoffel bei 519 Sonnenstunden (Juli—Oktober); hingegen brachten jene Parzellen welche neben ausreichender Stickstoff- und Phosphorsäureernährung Kalidüngung erhalten hatten, 237 dz. — In Jahren mit günstigem Sonnenschein waren die Unterschiede natürlich weniger groß.

Diese Erfahrungen sollte sich gerade die Landwirtschaft in rauchgefährdeten Gegenden zu Nutze machen. Das fehlende oder durch die Nebel verminderte Sonnenlicht muß gewissermaßen durch die inneren Strahlen des Kaliums in der Pflanze ergänzt werden.

Die Nebelwirkung tritt in Industriegegenden aber auch noch dort auf, wo sonst von eigentlichen Rauchschäden nicht mehr gesprochen werden kann.

Der Einfluß der Rauchgase auf die Assimilation als solche soll hier nicht weiter untersucht werden, ich verweise auf die diesbezüglichen Arbeiten Stoklasas (Rauchschaden S. 112 ff.).

Diese Ausführungen wollen in erster Linie das landwirtschaftlich-praktisch Verwertbare, aus den Forschungsarbeiten über Rauchschäden, an denen Stoklasa so viel Anteil hat, hervorheben. Denn diese Forschungen sollen nicht nur dazu dienen Rauchschäden nachzuweisen, sondern mehr noch solchen Schäden vorzubeugen oder sie zu heilen.

Dies erscheint, eben auf Grund der Untersuchungen von Stoklasa, Wieler u. a. von größter privat- und volkswirtschaftlicher Bedeutung für die Erhaltung einer gesunden, leistungsfähigen Landwirtschaft auch in Industriegegenden.

Die Ermittlung des Kalizustandes der Böden unter besonderer Berücksichtigung der diagnostischen Methoden.

Von Prof. Dr. O. Eckstein und Dr. A. Jacob.

Mitteilung aus der wissenschaftl. Abteilung des Deutschen Kalisyndikats, Berlin.

Seit ihrer Begründung durch Liebig sah die Agrikulturchemie eine ihrer vornehmsten Aufgaben in der Feststellung des Nährstoffgehalts der Böden, da diese Kenntnis die unentbehrliche Grundlage für eine zweckmäßige Anwendung der Kunstdünger darstellt. Der gegebene Weg, Kenntnis von der Zusammensetzung eines Bodens zu erhalten, schien sich zunächst in den üblichen Methoden der quantitativen chemischen Analyse zu bieten, und so wurde denn auch dieser Weg zuerst beschritten.

Gar bald stellte sich heraus, daß die chemische Analyse wohl ein Bild von dem gesamten Nährstoffkapital eines Bodens geben kann, daß sie dagegen nicht in der Lage ist anzugeben, in welchen Mengen jeder einzelne mineralische Nährstoff in einer unmittelbar für die Pflanze aufnehmbaren Form vorhanden ist.

Mit anderen Worten, die chemische Analyse vermag wohl den mehr oder minder fest verankerten Gesamtnährstoffgehalt eines Bodens festzustellen, gibt aber keinen Aufschluß über die Nährstoffmenge, welche dem Boden zugesetzt werden muß, um auf demselben Optimalernten zu erzielen.

Die mit der zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft immer stärker hervortretende Notwendigkeit der Rationalisierung der Düngung führte in letzter Zeit zu einem besonders eifrigen Suchen nach zuverlässigen, rasch durchführbaren Methoden der Ermittelung des für die Pflanzen verfügbaren Nährstoffgehaltes der Böden. Diese Arbeiten sind nicht ohne wichtige Ergebnisse geblieben.

Ermittlung des Gehaltes an Stickstoff, Phosphorsäure und Kalk.

Bei der Bestimmung des Stickstoffgehaltes der Böden kann man sich mit der chemischen Ermittlung des Gesamtstickstoffs begnügen, da diesem als Grundlage für die biologischen Prozesse, welche zu der Bildung von Nitraten im Boden führen, eine wesentliche Bedeutung zukommt. Diagnostischen Aufschluß über den Gehalt eines Bodens an aufnehmbarem Stickstoff gibt ferner in vielen Fällen schon die Farbe der auf einem Boden wachsenden Pflanzen, die bei Stickstoffmangel ins gelblich-grünliche übergeht, während sie bei höherem Stickstoffgehalt ein dunkles saftiges Grün wird. Infolge der im äußeren Aussehen der Pflanzen besonders stark ins Auge fallenden Wirkung des Stickstoffs ist überdies die Ermittlung des Stickstoffbedarfs durch Düngungversuche bei Stickstoff besonders leicht durchzuführen.

Auch für die Phosphorsäure ist man einer chemisch-analytischen Lösung bereits nähergekommen. Besondere Fortschritte in der analytischen Bestimmung der aufnehmbaren Phosphorsäure sind in letzter Zeit durch die Methode von Lemmermann gemacht worden, welcher den durch Behandeln des Bodens mit Zitronensäure festgestellten Gehalt in Relation zu der Gesamtphosphorsäure bringt und dadurch praktisch verwertbare Resultate bekommt.

Was den Kalkbedarf des Bodens betrifft, so ist es ziemlich weitgehend gelungen, den Kalkbedarf eines Bodens durch Titration der Bodensäure, Bestimmung des Säuregrades, der Pufferungs- und der Adsorptions-Verhältnisse zu ermitteln.

Auch die Beobachtung der Unkrautflora gibt wertvolle Hinweise auf den Kalkzustand des Bodens.

Ermittlung des Kaligehaltes der Böden.

Weit schwieriger als die Ermittlung der übrigen Pflanzenhauptnährstoffe ist die Bestimmung des von den Pflanzen aufnehmbaren Kalis. Die folgende Betrachtung soll die bei der Bestimmung des Kaligehaltes der Böden auftretenden Schwierigkeiten beleuchten, um dadurch dazu beizutragen, die Richtung zu finden, in welcher sich der Forschung auf diesem Gebiete die meisten Aussichten auf einen Fortschritt darbieten.

Chemisch-analytische Methoden.

Das Lösungsmittel, welches der Pflanzenwurzel die Nahrung zuführt, ist die Bodenfeuchtigkeit, die mit den in der Bodenluft enthaltenen Gasen, insbesondere der Kohlensäure, bei den herrschenden Partialdrucken gesättigt ist, und in der außerdem organische und anorganische Substanzen des Bodens in Lösung enthalten sind.

Man hat im Laboratorium die natürlichen Verhältnisse, unter denen die Auflösung des Kalis im Boden vor sich geht, durch Behandeln einer Bodenprobe mit Wasser nachzuahmen versucht. Dies führte zu keinem Erfolge, da die Adsorptionskräfte des Bodens einen großen Teil selbst des leichtlöslichen Kalis, welches den Pflanzen während der langen Dauer der Vegetation zur Verfügung steht, zurückhalten. Man mußte daher stärkere Lösungsmittel anwenden, um das Kali aus dem Boden freizubekommen. Dabei werden aber je nach der Lösekraft der angewandten Säure, ihrer Konzentration, der herrschenden Temperatur und der kürzeren oder längeren Dauer der Einwirkung ganz verschiedene Resultate erzielt. So findet man zwar nach mehrtägigem Behandeln des Bodens mit kalten verdünnten Säuren unter täglichem Schütteln einen gewissen Endwert; behandelt man aber den auf diese Weise ausgelaugten Boden weiter mit Säuren von höherer Konzentration und Temperatur, so geht ein weiterer Teil des Kalis in Lösung. Wenn man schließlich den Boden mit Flußsäure aufschließt, erhält man oft einen noch höheren Kaligehalt, welcher das Gesamtkali des Bodens darstellt.

Ziemlich willkürlich nahm man nun an, daß das beim Behandeln mit kalten, verdünnten Säuren in Lösung gehende Kali den von den Pflanzen verwertbaren Anteil des Bodenkalis darstellt. Je nachdem man nun z. B. 10 prozentige Salzsäure oder 1 prozentige Zitronensäure hierfür benutzt, findet man gänzlich ver-

schiedene Ergebnisse für den Gehalt an sogenanntem leicht löslichen Kali. Diese Methoden entsprechen eben nicht der tatsächlichen Pflanzenlöslichkeit des Kalis, sondern sie sind rein konventionelle Festsetzungen, die insofern allerdings wertvoll sind, als sie es überhaupt erst ermöglichen, reproduzierbare Resultate bei Bodenanalysen zu erhalten.

Man kann nach diesen Methoden bis zu einem gewissen Grad praktisch brauchbare Werte dann erzielen, wenn man sich darauf beschränkt, einen Boden mit einem gleichartigen zu vergleichen, bei dem man die landwirtschaftliche Verwertbarkeit des analytisch festgestellten Gehaltes an Bodenkali kennt. So ergab die Bestimmung des Bodenkalis mit 1 prozentiger Zitronensäure nach König-Hasenbäumer bei der Untersuchung von leichten und mittleren westfälischen Böden Resultate, die mit den Ergebnissen des Düngungsversuches ziemlich gut übereinstimmten; bei der Analyse von kalkreichen und schwereren Böden waren die Ergebnisse dagegen unsicher (1).

Daß bei Bodenanalysen höchstens ein Teilerfolg von der Anwendung jener Lösungsmittel erwartet werden kann, die dem Laboratorium zur Verfügung stehen, ist ganz erklärlich, wenn man bedenkt, daß das Kali in den Böden in ganz verschieden stabilen Bindungsformen enthalten ist, deren Mengenverhältnis in leichten Böden ein ganz anderes ist als in schweren Böden. Das Kali liegt im Boden vor einmal in Form von Adsorptionsverbindungen mit den mineralischen Bodenkolloiden; es bildet ferner Adsorptionsverbindungen mit den Humusstoffen des Bodens und schließlich tritt es noch auf in Form komplexer Silikatmineralien. Die Löslichkeitsfunktion des Kalis in diesen verschiedenartigen Verbindungen ist eine ganz verschiedene, und der Versuch, die langsame Aufschließung des im Boden enthaltenen Kalis durch Pflanzenwurzeln und Witterungseinflüsse im Verlaufe einer ganzen Vegetationsperiode im chemischen Laboratorium durch eine rasch wirkende Behandlung mit einer Säure von bestimmtem Säuregrad quantitativ wiederzugeben, erscheint ziemlich aussichtslos.

Biologische Laboratoriumsmethoden.

Eine Untersuchung des Bodens auf seinen Gehalt an pflanzenlöslichem Kali wird infolge unserer mangelhaften Kenntnis über die verschiedenen, im Boden vorkommenden komplexen Verbindungsformen des Kalis nur dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn sie sich den natürlichen Verhältnissen, unter denen der Aufschluß des Bodenkalis durch die Pflanze vor sich geht, getreulich anpaßt.

Diese Voraussetzung suchen die biologischen Laboratoriumsmethoden dadurch zu erfüllen, daß sie als Indikatoren für den Kaligehalt der Böden die Pflanze selbst benutzen.

So gründet Mitscherlich (2) eine Methode zur Bestimmung des Düngerbedarfs der Böden auf den in Gefäßen durchgeführten Vegetationsversuch. Verschiedene Vegetationsgefäße werden mit gleichen Mengen des zu untersuchenden Bodens gefüllt. Die verschiedenen Gefäße erhalten verschiedene Düngungen nach dem Schema des Wagnerschen Mangelversuches. Die in diesen Gefäßen gewonnenen Erträge an trockener Pflanzenmasse lassen nach Mitscherlich nicht nur allgemeine Schlüsse auf die Nährstoffversorgung der Pflanzen unter den vorliegenden Verhältnissen des Gefäßversuches zu, sondern es ist nach ihm die Übertragung

der im Gefäß gewonnenen Ergebnisse auf die Verhältnisse des Freilandes insofern möglich, als auf Grund seines Gesetzes von der Konstanz der Wirkungswerte der Wachstumsfaktoren die prozentuale Ertragssteigerung bei dem Gefäßversuch dieselbe ist, welche die gleiche Düngung auf dem Freilande erzielen würde. Der Gedanke ist sehr glücklich, denn der Gefäßversuch ermöglicht es tatsächlich, infolge der größeren Sorgfalt, mit der er durchgeführt werden kann, der größeren Ernteunterschiede, die bei ihm erzielt werden können, und der Möglichkeit, den Boden durch Sand zu verdünnen, den Nährstoffgehalt des Bodens gewissermaßen durch ein Vergrößerungsglas zu betrachten. Jedoch sind auch eine ganze Reihe von Bedenken prinzipieller Natur gegen den Gefäßversuch erhoben worden. So bezweifeln Rippel (3), Nolte (4) und andere die Gültigkeit des Mitscherlichschen Wachstumsgesetzes, mit dem natürlich die Möglichkeit der Übertragung der Ergebnisse des Gefäßversuchs auf das freie Land steht und fällt. Lemmermann (5) sieht andererseits eine große Fehlerquelle der Gefäßversuche vor allem darin, daß durch das Einfüllen des Bodens in die Gefäße die natürliche Struktur sowie die biologischen Verhältnisse desselben vollständig verändert worden sind, sowie darin, daß die Berücksichtigung der Nährstoffentnahme aus dem Untergrund bei dem Gefäßversuch nur schematisch erfolgen kann. Er folgert daraus, daß der Gefäßversuch nur als eine in vielen Fällen wertvolle Vorprüfung betrachtet werden kann, die aber unbedingt der Bestätigung durch den Freilandversuch bedarf.

Auf eine schnellere Weise versucht Neubauer (6) den Kalibedarf des Bodens dadurch zu erkennen, daß er eine relativ sehr große Zahl junger Roggenpflanzen als Aufschließungsmittel für das aufnehmbare Kali des Bodens verwendet.

Nach der Methode von Neubauer werden 100 g trockener Boden in einem flachen Glasschälchen mit nährstofffreiem Sand durchmischt, in den 100 Roggenkörner eingepflanzt werden. Man läßt die Keimpflanzen unter bestimmten Verhältnissen der Temperatur und der Feuchtigkeit sich etwa 18 Tage entwickeln, dann befreit man dieselben durch Abspülen von dem anhaftenden Boden und bestimmt nach ihrer Veraschung das in ihnen enthaltene Kali. Neubauer geht dabei von der Ansicht aus, daß das dichte Wurzelsystem der Keimpflanzen fähig ist, alles Kali, welches im Laufe einer Vegetationsperiode der Pflanze aus dem Boden zur Verfügung steht, aufzunehmen. Das aus dem Boden aufgenommene Kali bestimmt er durch den Vergleich des Kaligehaltes der auf dem betreffenden Boden gewachsenen Keimpflanzen mit dem Kaligehalte der Pflanzen eines auf nährstofffreiem Sand durchgeführten blinden Versuches.

Eine weitere Vervollkommnung der Durchführungsvorschriften für die Neubauer-Analyse wird zweifellos dazu führen, daß die Abweichungen, die vorläufig zwischen den Ergebnissen verschiedener Analytiker oft noch auftreten, durch einheitliche Durchführung der Analyse vermieden werden. Dagegen herrscht noch keine Übereinstimmung hinsichtlich der Festsetzung der Grenzzahlen, welche der Kaligehalt des Bodens für die verschiedenen Früchte haben muß, und es wird bezweifelt, ob sich überhaupt für verschiedene Bodenarten und klimatisch verschiedene Wachstumsbedingungen einheitliche Grenzzahlen aufstellen lassen werden, wenn der Zeitfaktor ausgeschaltet wird, wie es bei der Neubauer-Analyse geschieht. Wenn für eine bestimmte Bodenart sich ergibt,

daß eine von den Keimpflanzen in den wenigen Tagen des Versuches aufgenommene Kalimenge tatsächlich anzeigt, daß dieser Boden während der langen Dauer einer Vegetationsperiode genügend Kali für die Entwicklung einer Roggenhöchsternte darbietet, so ist es fraglich, ob diese selbe Menge auch für einen gänzlich anders gearteten Boden ausreicht, um dort die gleiche Ernte hervorzubringen.

Außerdem kann natürlich gegen diese Methode — ebenso wie gegen die von Mitscherlich — das Bedenken geäußert werden, daß die natürliche Struktur des gewachsenen Bodens bei der Untersuchung vollständig verändert worden ist.

Der Felddüngungsversuch.

Die Bedenken, welche gegen alle Laboratoriumsmethoden der Bodenuntersuchungen geäußert werden, lassen sich bei dem Felddüngungsversuch, der unter den natürlichen Verhältnissen durchgeführt wird, vermeiden, Die Praxis hat daher den Felddüngungsversuch für die Feststellung des Düngerbedarfs eines Ackers stets bevorzugt trotz der Schwierigkeiten, mit denen die genaue Durchführung derartiger Versuche verknüpft ist.

Diese Schwierigkeiten sind besonders groß bei dem Düngungsversuch, der zur Lösung der Kalifrage angestellt wird. Die Wirkung des Kalis besteht nämlich, teilweise wohl infolge seiner Beteiligung an dem grundlegenden Prozeß des Pflanzenwachstums, der Photosynthese der Kohlehydrate[1]) (7), nicht nur in einer Vergrößerung des Ertrages, sondern auch in einer Veränderung der Qualität der erzeugten Ernteprodukte. Die Verbesserung der Qualität durch Kali kann für die Rentabilität des landwirtschaftlichen Betriebes unter Umständen ausschlaggebender sein, als selbst die Erhöhung des Ertrages. Bei einem Versuch mit kleinen Parzellen zahlenmäßig die Verbesserung der Qualität von Ernteprodukten, wie Wein, Hopfen, Tabak, Flachs usw. festzustellen, erfordert aber äußerst sorgfältige Prüfung.

Aber auch wenn wir von dieser Seite der Kaliwirkung absehen und uns bei dem Versuche nur auf die Betrachtung der ertragssteigernden Wirkung des Kalis als eines Kriteriums für den Kalibedarf des Bodens beschränken, stoßen wir schon auf mannigfache Schwierigkeiten. Das Kali, welches wir in Form löslicher Kalisalze zu Düngezwecken auf den Boden bringen, wird nämlich vom Boden, je nach dessen Gehalt an adsorptionsfähigen Kolloiden, zu einem mehr oder weniger großen Teile festgelegt. So konnte man auf schweren Böden beobachten, daß eine normale Kaligabe nicht zur Wirkung gelangte, weil sie vollständig vom Boden adsorbiert wurde. Es wäre falsch gewesen, hieraus auf einen genügenden Kaligehalt des betreffenden Bodens zu schließen, denn der Erfolg trat bei einer verstärkten Kaligabe ein, welche nach Absättigung der Bodenadsorption den Pflanzen Kali in leicht löslicher Form darbot. Aus dieser Beobachtung ergibt sich für die Durchführung von Kalidüngungsversuchen die Lehre, daß man, um irrige Schlüsse zu vermeiden, gestaffelte Kaligaben zur Untersuchung heranziehen soll.

---

[1]) Die Forschungen und Arbeiten Stoklasas auf diesem Gebiete sind grundlegend und richtunggebend.

Jeder Düngungsversuch bietet ferner eine grundsätzliche Fehlerquelle dadurch, daß sein Ergebnis erst für das auf den Versuch folgende Erntejahr verwendet werden soll, während es tatsächlich nur Aufschluß über die Verhältnisse im Boden während des Versuchsjahres gibt. Inzwischen ist aber der Boden durch die Entnahme der in der Ernte enthaltenen Nährstoffe verarmt. Dieser Umstand ist bei Kaliversuchen ganz besonders bedenklich, weil einerseits das Kali nach Mitscherlich einen hohen Wirkungsfaktor hat, so daß schon geringe Änderungen des Kaligehalts stark ins Gewicht fallen, und weil anderseits die Kalientnahme durch die Ernte im allgemeinen höher ist als die Entnahme anderer Nährstoffe. Man habe z. B. auf einem Acker, der je Hektar 300 kg pflanzenlösliches Kali enthält, einen Düngungsversuch zu Futterrüben ausgeführt und eine Kaliwirkung nicht festgestellt, da eine gute Futterrübenernte, die dem Boden je Hektar etwa 250 kg Kali entzieht, in diesem Falle ihren Bedarf an löslichem Kali im Boden vorfindet. Wenn auf die Futterrüben nun z. B. Hafer folgt, den man in Rücksicht auf das Versuchsergebnis des Vorjahres ohne Kalidüngung beläßt, muß sich naturgemäß ein Mißerfolg herausstellen, da eine gute Ernte an Hafer je Hektar 75 kg Kali benötigt, der Boden aber nach der inzwischen erfolgten Kalientnahme der Futterrüben nur noch 50 kg Reinkali enthält. Man kann solche Mißgriffe vermeiden, wenn man den Kaligehalt des Bodens nach der Mitscherlichschen Formel berechnet und unter Berücksichtigung der Kalientnahme durch die Ernte eine Bilanz aufstellt, aus welcher der im folgenden Jahre noch vorhandene Kaligehalt ersichtlich ist. Die Anwendung dieser Rechnungsart setzt aber voraus, daß die verschiedenen Kontrollparzellen des Versuchs nur sehr kleine Abweichungen voneinander aufweisen, da das Resultat sonst zu ungenau würde. Die Schwierigkeiten, bei einem Feldversuche ein so genaues Resultat zu erzielen, sind aber bekanntlich so groß, daß es überflüssig ist, hier näher darauf einzugehen; man denke nur an die unvermeidlichen Bodenunterschiede, die Verschiedenheiten des Untergrundes und die wechselnden Einflüsse der Witterung.

Diagnostische Methoden.

Wenn man den Gedanken, die Pflanze als Indikator für den Düngerbedarf eines Bodens anzunehmen, konsequent verfolgt, kommt man zu dem Schlusse, daß es für den Praktiker gar nicht so sehr darauf ankommt, den absoluten Gehalt des Bodens an pflanzenlöslichen Nährstoffen festzustellen, sondern daß es viel wichtiger für ihn ist, zu wissen, ob der Vorrat des Bodens an aufnehmbaren Nährstoffen im Verhältnis zu dem Nährstoffbedarf der auf diesem Boden wachsenden Pflanzen unter den gerade herrschenden Verhältnissen ausreichend ist. Aufschluß über diese Frage liefern die diagnostischen, auf die Beobachtung der Pflanzen begründeten Methoden, die insbesondere für die Ermittelung des Kalizustandes der Böden bedeutungsvoll erscheinen.

Beobachtung des Auftretens von Leitpflanzen.

Eine Richtung, in der man zu einer diagnostischen Bestimmung des Kalizustandes zu kommen hoffte, ist die Beobachtung des Auftretens von Leitpflanzen. So glaubt man vielfach, aus dem reichlichen Auftreten von Klee

auf einer Wiese auf einen günstigen Kalizustand des betreffenden Bodens schließen zu können, andererseits betrachtet man gewisse Kompositen, ferner Schachtelhalm, Hederich, Brennesseln als Hinweis auf Kalimangel. Diese Beobachtungen sind allerdings bis jetzt nur wenig ausgebaut, so daß bindende Schlüsse über den Kalizustand des Bodens sich vorläufig daraus wohl noch nicht ziehen lassen.

Beobachtung von Kalimangelerscheinungen.

Weiter entwickelt sind unsere Kenntnisse der Beobachtung der Kalimangelerscheinungen. Genügende Nährstoffaufnahme aus Ackerböden einerseits und Nährstoffmangel andererseits kommen stets in quantitativ und qualitativ unterschiedlicher Entwicklung der Kulturpflanzen zum Ausdruck, die auf dem betreffenden Boden angebaut sind. Kalimangel insbesondere äußert sich nicht nur in einem Zurückbleiben des Ernteertrages, sondern auch in charakteristischen, leicht erkennbaren Änderungen im Gesamthabitus der einzelnen Pflanze. Die Wichtigkeit der genauen Beobachtung solcher symptomatischer Änderungen zum Zweck der Diagnose verschiedener Grade von Kalimangel ist seit jeher von Krüger, Bernburg (8) nachdrücklich betont worden. So äußert sich nach Krüger der Kalimangel bei Getreide deutlich dadurch, daß die Blätter braunstreifig werden und, ohne Übergang in Gelb, mit brauner Farbe vertrocknen. Außerdem tritt Lager ein. Bei Kartoffeln, Tabak, Rüben krümmen sich die Blätter nach unten, je nach der Größe des Kalimangels, mehr oder weniger stark; wobei die Blattränder etwas eingezogen werden. Zwischen den Blattadern treten gelbliche Flecke auf, welche schnell in Braun oder auch Grauweiß übergehen.

In einer soeben erscheinenden Veröffentlichung (9) bringt Krüger wieder eine ausgezeichnete Zusammenstellung von nach farbigen Photographien hergestellten Abbildungen von Kalimangelerscheinungen. Er gibt dadurch auch dem praktischen Landwirt die Möglichkeit, sein Auge zu schulen, um durch Beobachtung der auf seinem Boden wachsenden Pflanzen die für ihn wichtige Frage beantworten zu können, wie weit der Kalimangel im Boden bereits vorgeschritten ist [1]).

Wenn diese Methode der Beobachtung von Kalimangelerscheinungen auch ein geschultes Auge voraussetzt und daher leicht Fälle von Kalimangel übersehen kann, so sind doch anderseits die dabei gefundenen Hinweise auf die Notwendigkeit der Kalidüngung wirklich zuverlässig. Es ist allerdings dringend zu wünschen, daß diese Methode durch Benutzung wissenschaftlicher Hilfsmittel noch genauer ausgebaut und von dem subjektiven Urteil des Beobachters freigemacht wird.

Hoffer-Methode.

Einen beachtenswerten Schritt in dieser Richtung hat Hoffer von der Purdue University, La Fayette, Indiana, getan (11). Er gründet seine dia-

[1]) Aussichtsreich ist vielleicht auch die Beobachtung von Kalimangelerscheinungen bei Unkräutern. So erwähnt Schaffnit, daß Chenopodium besonders empfindlich auf Kalimangel reagiert (10).

gnostische Methode der Feststellung von Kalimangel auf die von ihm beobachtete Erscheinung, daß zwischen dem Kaligehalte und dem Eisengehalte im Halmknoten der Maispflanze eine umgekehrte Proportionalität besteht.

Er wies diese Beziehung durch Bestimmung des Kali- und Eisengehaltes von Maispflanzen bei einem Düngungsversuche in Terra Ceia, North Carolina, nach. Wir geben die Tabelle hier wieder:

Düngung	% Fe_2O_3 in Trockensubstanz			% Fe_2O_3 in Asche		
	Blätter	Knoten	Internodien	Blätter	Knoten	Internodien
Ohne Kalk:						
Ungedüngt	0,024	0,038	0,006	0,49	1,31	0,25
Superphosphat [1]) . . .	0,046	0,018	0,004	0,85	0,52	0,14
Kainit [2])	0,024	0,022	0,006	0,36	0,41	0,12
1 t Kalkstein						
Ungedüngt	0,034	0,050	0,007	0,49	1,59	0,27
Superphosphat	0,033	0,024	0,006	0,59	0,81	0,21
Kainit	0,030	0,024	0,007	0,45	0,59	0,17
3 t Kalkstein						
Ungedüngt	0,043	0,042	0,006	0,75	1,97	0,37
Superphosphat	0,037	0,052	0,067	0,67	1,61	0,28
Kainit	0,042	0,027	0,005	0,61	0,82	0,16
4 t Kalkstein:						
Ungedüngt	0,067	0,084	0,008	0,90	2,51	0,35
Superphosphat	0,045	0,068	0,006	0,04	2,62	0,29
Kainit	0,023	0,019	0,004	0,38	0,51	0,20

Ausgewählte Pflanzen, welche den Durchschnitt jeder Parzelle darstellen, wurden so ausgeschnitten, daß die Blattgewebe, die Knotengewebe und die Internodien getrennt analysiert werden konnten. Das größte Interesse bietet die Feststellung des Eisengehaltes der Knoten dar, da er dort am höchsten ist und daher am ehesten Unterschiede zeigt. Der Boden des Versuchsfeldes war ein sehr saurer Moorboden, auf welchem schon seit einer Reihe von Jahren Mais angebaut war. Der Einfluß der Kalidüngung auf die Knotengewebe äußerte sich darin, daß Kainit den Eisengehalt wirksam herabsetzt. Neben einer Gabe von 4 t Kalk vermindert z. B. der Kainit den Eisengehalt der Trockensubstanz der Knoten von 0,084% auf 0,019%. Auf den Parzellen ohne Kalk findet eine Verminderung von 0,038% auf 0,022% statt.

Diese Zahlen zeigen, daß die Beziehung zwischen Kali und Eisen für die Maispflanze von fundamentaler Bedeutung ist.

Auch der verschiedene Kaligehalt der Böden äußert sich schon in ähnlichem Sinne auf den Eisengehalt der Maispflanze. So wurde dieselbe Art von Mais einmal angebaut auf einem Boden von Wanatah und auf einem Boden von Dayton in Indiana. 5 Pflanzen von jedem Versuchsfeld wurden unter-

[1]) 320 lbs. per acre.
[2]) 480 lbs. per acre.

sucht, dieselben hatten gerade das Stadium der Blüte erreicht. Die Untersuchung ist wiedergegeben in nachstehender Tabelle.

Boden von	Gehalt der Trockensubstanz an: Fe_2O_3			K_2O		
	Blätter	Knoten	Internodien	Blätter	Knoten	Internodien
Wanatah	0,032	0,031	0,009	1,31	1,04	0,62
Dayton	0,020	0,016	0,007	1,72	1,30	0,76

Ein Vergleich der Pflanzen von Dayton und von Wanatah zeigt die Verschiedenheit des Gehaltes an Eisen und an Kali. Während der Eisengehalt der Knoten bei dem kaliarmen Boden von Wanatah beinahe doppelt so groß ist als bei den kalireicheren Böden von Dayton, ist der Kaligehalt derselben 25% geringer. Ein weiterer Versuch wurde im Jahre 1924 auf dem Versuchsfelde Rensselaer der Purdue Agricultural Experiment Station durchgeführt. Der Boden des Versuchsfeldes war ein dunkler, sandiger Lehm von leicht alkalischer Reaktion.

Düngung	Gehalt der Trockensubstanz an: Fe_2O_3			K_2O		
	Blätter	Knoten	Internodien	Blätter	Knoten	Internodien
Ungedüngt	0,048	0,025	0,006	0, 0	0,53	0,36
300 lbs/acre Chlorkalium	0,023	0,013	0,004	0,85	0,61	0,44

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß der Eisengehalt der nicht mit Kali gedüngten Parzellen in den Knoten ungefähr doppelt so groß ist, während der Kaligehalt etwa 15% geringer ist.

Hoffer folgert aus diesen Analysen, daß Anhäufungen von Eisen in den Knoten der Maispflanze ein Anzeichen dafür sind, daß das Wachstum derselben durch Kalimangel gehemmt ist. Dieser Punkt braucht für die verschiedenen Maisvarietäten nicht bei dem gleichen Kaligehalt des Bodens einzutreten. Das Auftreten der Eisenanhäufung zeigt aber, daß der Boden — ganz gleich, wie sein Kaligehalt gewesen sein möge — der betr. Maispflanze nicht mehr die für ihre richtige Entwicklung nötigen Kalimengen darbieten konnte. Die eben beschriebene Beziehung zwischen Eisen- und Kaligehalt der Knotengewebe ist nun deswegen von ganz besonderer Bedeutung, weil das Eisen sich sehr leicht und sehr empfindlich durch Rhodankali nachweisen läßt. Um nach Hoffer zu bestimmen, ob ein Boden einen genügenden Kaligehalt hat, braucht man nur eine Anzahl Durchschnittshalme zu entnehmen, die mit einem rostfreien Messer aufgespaltet werden. Man nimmt an diesem aufgespalteten Halm die Probe auf Eisen vor, indem man einige Tropfen einer 10 prozentigen wässerigen Lösung von Rhodankali auf das Gewebe bringt und dazu 1 oder 2 Tropfen verdünnte Salzsäure gibt. Die Gegenwart von Eisen wird dann sofort durch das Auftreten einer Rotfärbung angezeigt.

Eine quantitative Nachprüfung der Gesetzmäßigkeit zwischen Eisen- und Kaligehalt war uns infolge Mangel an Material noch nicht möglich. Wir konnten dagegen in mehreren Fällen eine qualitative Nachprüfung der Hofferschen Methode durch Beobachtung der Rotfärbung mit Rhodankali vornehmen.

Es wurde zunächst ein Düngungversuch zu amerikanischem Pferdezahnmais untersucht, der auf leichtem Lehmboden in Weinsheim bei Kreuznach angelegt war. Der Mais hatte noch keine Kolben gebildet, so daß die günstigste Zeit für die Untersuchung, die nach Hoffer erst in der Periode der größten Nährstoffaufnahme, also zur Zeit der Kolbenbildung vorgenommen werden soll, eigentlich noch nicht gekommen war. Auf den ungedüngten Parzellen war der Mais infolge Stickstoffmangels nur ganz schwach entwickelt. Kalimangel konnte hier nicht nachgewiesen werden, da offensichtlich der Stickstoff im Minimum war. Bei den NP-Parzellen war dagegen der Mais recht gut entwickelt. Hier zeigte sich ganz charakteristisch die Rotfärbung beim Betupfen mit Rhodankali, ein Zeichen, daß Kalimangel der weiteren Entwicklung eine Grenze setzte. Bei den Volldüngungsparzellen blieb die Reaktion wiederum aus. Der nach Neubauer bestimmte Kaligehalt, die Düngung und der Ertrag der verschiedenen Parzellen gehen aus folgender Tabelle hervor:

Nr. der Parzelle	mg K_2O nach Neubauer	Düngung je a in kg	Ertrag je a in dz (Grünmais)	Mittlerer Ertrag je a in dz.
1	16,35		3,7	
6	26,37		4,1	
8	22,15	Ungedüngt	4,4	4,3 ± 0,4
10	42,53		5,0	
3	16,15	Düngung ohne Kali: 6 kg schwefels. Ammoniak	5,9	
5	22,44	3 kg Superphosphat	6,7	6,1 ± 0,9
7	14,22		4,5	
12	28,22		7,2	
2	17,51	Volldüngung mit Kali: 6 kg schwefels. Ammoniak	7,7	
4	17,34	3 kg Superph., 3 kg 40%ig. Kalisalz	7,6	7,9 ± 0,5
9	30,02		7,4	
11	44,14		8,8	

Die Ertragssteigerung durch Kali läßt erkennen, daß die Hoffersche Methode in diesem Falle einen brauchbaren Maßstab für die Feststellung der Notwendigkeit einer Kalidüngung dargestellt hätte.

Ein zweiter Versuch auf leichtem, sandigem Lehm in Gaschwitz bei Leipzig war leider von dem Versuchsansteller ohne Feststellung der Erträge plötzlich abgeerntet worden, da infolge zu großer Niederschläge starkes Lager eingetreten war. Da die Parzellenpfähle aber noch standen, konnten einige Tage nach der Ernte die Stoppeln noch einer Untersuchung unterzogen werden. In Übereinstimmung mit dem Versuchsplan ergab sich Kalimangel auf den Parzellen „un-

gedüngt" und „ohne Kali", während die Reaktion bei der Volldüngungsparzelle ausblieb. Der Kaligehalt des Bodens nach Neubauer war in diesem Falle 24 mg, zu gering also für den Bedarf einer Maisernte. Daß der Kaligehalt ungenügend war, geht auch aus dem starken Auftreten von Lager hervor.

Ein weiterer Versuch wurde auf dem Cherbonhof bei Gaustadt, Bezirksamt Oberfranken, auf lehmigen Sandboden durchgeführt, der in sehr gutem Kulturzustande war und eine starke Düngung mit Stallmist erhalten hatte. Der Versuch zeigte folgende Erträge:

Parzelle 1, Stallmist: 12,2 dz Grünmasse je Ar;
Parzelle 2, Stallmist, 700 kg Superphosphat, 500 kg schwefelsaures Ammoniak: 12,6 dz Grünmasse je Ar;
Parzelle 3, Stallmist, 400 kg Superphosphat, 500 kg schwefelsaures Ammoniak, 400 kg 40%iges Kalisalz: 16,7 dz Grünmasse je Ar;
Parzelle 4, Stallmist, 400 kg Superphosphat, 500 kg schwefelsaures Ammoniak, 800 kg 40%iges Kalisalz: 12,4 dz Grünmasse je Ar.

Die Untersuchung der Halmproben nach Hoffer ergab nur bei den Halmen von Parzelle 3 ein vollständiges Ausbleiben der Rotfärbung. Bei den Halmen der übrigen Parzellen traten ohne Unterschiede ganz schwache Rotfärbungen auf. Die Ergebnisse der Hoffersche Probe standen also bei diesem Versuch im Einklang mit der gewichtsmäßigen Feststellung der Erträge, aber im Widerspruch zu der gewichtsmäßigen Menge der verabreichten Kalidüngergabe. Ob es sich in diesem Fall auf Parzelle 4 um mangelnde Ausnützung des Kalis infolge unkontrollierter Verhältnisse handelt, bleibe dahingestellt.

Eine Übereinstimmung wurde schließlich festgestellt bei einem Versuche, welcher in Streit bei Klingenberg in Unterfranken auf Sandboden durchgeführt war, der sehr stark mit Jauche gedüngt war. Bei diesem Versuche waren die Erträge der verschiedenen behandelten Parzellen die folgenden:

Parzelle 1, Stallmist: 9,75 dz je Ar;
Parzelle 2, Stallmist, 300 kg Superphosphat, 400 kg Leunasalpeter: 11,75 dz je Ar;
Parzelle 3, Stallmist, 300 kg Superphosphat, 400 kg Leunasalpeter, 500 kg 40%iges Kalisalz: 10,75 dz je Ar.

Die Hoffersche Methode zeigte bei allen Parzellen durch Ausbleiben der Rotfärbung einen genügenden Kaligehalt an, was sich durch die starke Jauchedüngung, die allen Parzellen gegeben war, erklärt. Es kamen allerdings auch bei allen Parzellen zurückgebliebene Halme vor, welche eine deutliche Rotfärbung aufwiesen.

Nach Hoffer soll die Regelmäßigkeit der Beziehung zwischen Kaligehalt und Eisengehalt nicht nur auf die Maispflanze beschränkt sein, sondern auch bei anderen Pflanzen auftreten; z. B. soll sich die Methode bei Zuckerrohr bestätigt haben. Wir sind auch dieser Frage nachgegangen und haben auf einem Dauerversuchsfelde des Rittergutes Borna bei Riesa, auf dem ausgesprochener Kalimangel vorlag, eine Nachprüfung der Methode bei Futterrüben und bei

Kartoffeln versucht. Bei Futterrüben gelang es uns nicht, irgendwelche Unterschiede zwischen den Parzellen „mit Kali" und „ohne Kali" zu finden. Bei Kartoffeln zeigte sich dagegen im Querschnitt der Stengel eine deutliche Rosafärbung auf den kalifreien Parzellen, während dieselbe auf den Kaliparzellen ausblieb. Es ist somit die Frage noch offen, ob die Methode sich auf andere Pflanzen übertragen läßt; eine nähere Untersuchung darüber ist am Platze; sie würde ohne Zweifel pflanzenphysiologisch interessante Aufklärungen ergeben.

Selbst wenn die von Hoffer aufgestellte Beziehung nur für Mais Geltung haben sollte, würde seine Methode infolge ihrer leichten Durchführbarkeit dem Landwirte ein ausgezeichnetes Hilfsmittel bieten, um den Kalizustand eines Bodens festzustellen, denn er braucht schließlich nur an verschiedenen Stellen seiner Schläge etwas Mais lediglich für die Zwecke der Bodenuntersuchung anzubauen.

Auch zu Mais bedarf die Methode von Hoffer noch eingehender Nachprüfung durch Vergleich mit Düngungsversuchen. Bei dieser Nachprüfung wird es sich vor allem darum handeln, festzustellen, welcher Grad der Rotfärbung den Punkt anzeigt, auf dem die durch Kali zu erwartende Ertragssteigerung rentabel wird. Gegebenenfalls wäre die Methode durch Anwendung verschiedener Konzentration der Reagentien, durch Beobachtung der Zeit, die bis zum Auftreten der Rotfärbung verläuft, und der Intensität der Rotfärbung zu einer kolorimetrisch-quantitativen auszugestalten.

Wir haben bei der Betrachtung der komplizierten Verhältnisse der chemischen und adsorptiven Bindung des Kalis im Boden, deren Lösungsgesetzmäßigkeiten wir nicht kennen, festgestellt, daß nur solche Methoden der Ermittlung des Kalizustandes der Böden Aussicht auf Erfolg haben, welche sich den natürlichen Verhältnissen möglichst weitgehend anlehnen. Dies ist bei den biologischen Laboratoriumsmethoden insofern der Fall, als sie Pflanzen als Aufschlußmittel für den Boden verwenden. Gegen die Übertragung der Ergebnisse auf die Verhältnisse des Freilandes bestehen aber gewichtige Bedenken. Der Düngungsversuch kommt den in der Praxis herrschenden Verhältnissen näher, ist allerdings mit mannigfachen Schwierigkeiten behaftet. Die diagnostischen Methoden der Beobachtung der Kalimangelerscheinungen, die an den Pflanzen auftreten, stellen zwar keine quantitative Lösung der Aufgabe der Kalibestimmung dar, für praktische Zwecke scheinen sie aber doch den Weg zu deuten, der dahin führt, Kali überall dort zu verwenden, wo die Pflanze Kali benötigt.

Literatur:

1. Hasenbäumer, Ernährung der Pflanze 1927, Nr. 10, S. 153.
2. Mitscherlich, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung A, 1922, S. 49, Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. 56, 1921, S. 71.
3. Rippel, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung A, 1924, S. 396, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung A, 1926, S. 1.
4. Nolte, Die Bedeutung des Kalis, S. 15 ff., Parey, Berlin 1927.
5. Lemmermann, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung B, 1925, S. 40.
6. Neubauer, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung A, 1923, S. 329.

7. Stoklasa, Über die Radioaktivität des Kaliums und ihre Bedeutung in der chlorophyllosen und chlorophyllhaltigen Zelle. I. Biochem. Zeitschrift 108, 109, 120.
Stoklasa, Der Mechanismus der physiol. Wirkung der Radiumemanation und der Radioaktivität des Kaliums auf die biochem. Vorgänge bei dem Wachstumsprozeß der Pflanzen. II. Biochem. Zeitschrift 108, 140, 1920.
Stoklasa, Die Bedeutung des Kaliums bei der Photosynthese III. Biochem. Zeitschrift 108, 140, 1920.
Stoklasa, Die Bedeutung des Kaliums bei der Photosynthese III. Biochem. Zeitschrift 108, 173, 1920.
Stoklasa und Doerell, Biophysikalische und biochemische Durchforschung des Bodens. Verlag P. Parey.
8. Krüger, Mitteilungen der Anhaltischen Versuchsstation Bernburg, 57. Ernährung der Pflanze 1926, S. 257.
9. Mitteilungen der Versuchsstation Bernburg, Nr. 60—65, Bernburg 1927.
10. Schaffnit, Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, Heft 3, 1927.
11. Hoffer, U. S. Departement of Agriculture, Bulletin 298. Washington 1926.

Die Phosphatidforschung in ihren Beziehungen zur Landwirtschaft.

Von Viktor Grafe, Professor an der Universität in Wien.

Durch seine große Arbeit „Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Jons im Boden" hat Stoklasa[1]) zuerst nachdrücklich auf die Wichtigkeit der Aufnahme von P-Verbindungen durch die Pflanzenwurzel aus dem Boden aufmerksam gemacht und die Zustände behandelt, in welcher sich der P im Boden befindet. Dabei hat er auch sehr genau zwischen der anorganischen Form desselben und der organischen Phosphatidform unterschieden[2]).

Wir dürfen heute wohl nach den bekannten Untersuchungen von Hansteen, Cranner und meinen eigenen[3]) annehmen, daß auch der aufgenommene anorganische P stets in die Phosphatidform verwandelt wird, sei es auf dem Stufenweg des Phytins oder direkt, und daß die Phosphatide in Plasma und Zellwand, gebunden an die verschiedensten organischen (Proteine) und anorganischen (Erdalkalien) Komplexe einen der wichtigsten Bau- und Betriebsbestandteile von Plasma und Zellwand bilden. Auch unterliegt es keinem Zweifel, daß wir in ihnen die Muttersubstanzen der Vitamine zu sehen haben und daß die Verbindung von Phosphatiden mit Mineralstoffen und Karotinoiden geradezu diese lebenswichtigen Verbindungen repräsentiert. Auch darauf hat Stoklasa schon früher nachdrücklich hingewiesen[4]).

Die Erforschung dieser Stoffe ist heute zu einem gewissen Stillstande gelangt, da man wohl über die Wirkung dieser vitaminoiden Stoffe im tierischen Organismus hinreichend orientiert ist, ohne jedoch zu wissen, ob einem großen chemischen Komplex als solchem oder bestimmten Gruppen eines solchen die Wirkungen zuzuschreiben sind, kurz, da die chemische Erforschung dieser Stoffe heute nur sehr mangelhaft sich darstellt. Diese ist aber umso wichtiger, als wir es bei den Phosphatiden — das ist heute zweifellos — mit jenen Stoffen zu tun haben, die durch ihre außerordentliche chemische Beweglichkeit und Bindungsfähigkeit für den Transport der verschiedensten Zellstoffe wie Mineralstoffe und Kohlehydrate durch das Zellmilieu sorgen.

Ihre ausgeprägte Veränderlichkeit unter dem Einfluß von Licht und Luft

---

[1]) J. Stoklasa: Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden, Jena 1911.

[2]) ebendas. p. 15.

[3]) B. Hansteen Cranner, Meldinger fra Norges Landbrukshoeiskole, 2, H. 1/2, 1922, 1925, 1926, Planta, 2, 438 (1926). V. Grafe, Biochem. Zschr. 159, 444 (1925), V. Grafe u. V. Horvat, ebendas. 159, 449 (1925), V. Grafe u. H. Magistris, ebendas. 162, 366 (1925), 176, 266 (1926), 177, 16 (1926), V. Grafe u. K. Ose, ebendas. 187, 102 (1927), V. Grafe u. H. Magistris, Planta, 2, 429 (1926), V. Grafe, Naturwissenschaften, 15, 513 (1927).

[4]) J. Stoklasa, Das Brot der Zukunft, Jena 1917.

sowie von erhöhten Temperaturen und sonst indifferenten Solventien wie Alkohol, Äther, Azeton läßt sie als Konstituenten von Plasma und Zellmembran besonders geeignet erscheinen. Sie treten ferner nicht nur mit den verschiedensten Elektrolyten und Nichtelektrolyten zu größeren Komplexen zusammen, sondern vermögen sich auch gegenseitig zu binden. Daher gelingt eine Trennung mancher wasserlöslicher Phosphatide in ihre verschiedenen Fraktionen erst nach systematischer Entfernung der einzelnen, die sich gegenseitig in Lösung halten. Die wasserunlöslichen, aber stark hydrophilen Phosphatide mögen die plasmatischen Grenzschichten bilden und von hier aus die Zellwände durchdringen. Durch diese Barriere vermögen leicht nur Wasser und wasserlösliche Phosphatide zu passieren, die demnach, da ihre Molekülkomplexe beweglich sind, als Vehikel für Aschensubstanzen, Zucker usw. zu dienen imstande sind. Die Phosphatide der Grenzschichten reagieren dann mit den permeirenden Substanzen unter Veränderung der eigenen Permeabilität, so daß beispielsweise der plasmolytische Versuch niemals rein physikalischer Deutung fähig ist, da eben das Plasmolytikum stets auch physiologische Änderungen bewirkt. Besonders auffallend und auch im extrazellulären Experiment bei den Phosphatiden nachzuahmen ist die Verfestigung der Zellkonstituenten durch H-ionen und Erdalkalisalze, während OH-ionen und Alkalisalze im Gegenteil verflüssigend wirken. Gerade auf diesen Umstand ist vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt besonderes Gewicht zu legen, indem manche Wachstumsphänomene in saurem beziehungsweise basischen Boden, die Veränderungen im Sumpf- und Moorboden, die Kalkfeindlichkeit u. v. a. nur unter dem Gesichtspunkte des Verhaltens der Phosphatide der Zellwand zu den H- und OH-ionen zu verstehen sind. Aber noch mehr: Der Ackerboden und die darauf wachsende Pflanzenwelt stellen biologisch ein einheitliches Ganze dar. Bodenkolloide und die Kolloide von Plasma und Zellwand stehen untrennbar in genetischem und funktionellem Zusammenhang, so daß die Veränderungen des einen Veränderungen des andern nach sich ziehen müssen und demnach die wissenschaftliche landwirtschaftliche Forschung in bezug auf Fruchtfolge, Anbaumaßnahmen überhaupt, Bodendüngung etc. den Phosphatiden besondere Beachtung wird widmen müssen. Da die Phosphatide als Vitamine eine große Rolle spielen und diese natürlich nicht nur für den Tierkörper, sondern in gleicher Weise wohl auch für den Pflanzenkörper die harmonisierenden Agentien darstellen, werden auch die Phänomene der Bodenmüdigkeit, die Intoxikationen durch Wurzelausscheidungen, die Aufschließung des Bodens durch die Pflanze unter diesen Gesichtspunkt fallen.

Damit im Zusammenhang steht auch der Nährwert und die Bekömmlichkeit vieler pflanzlicher Nahrungsmittel, natürlich nicht in kalorischem, sondern in biologischem Sinn. Auch damit wird sich die moderne Landwirtschaft im Zusammenhang mit der Phosphatidforschung vertraut machen müssen, durch geeignete Bodenzusammensetzung die betreffenden Nähr- oder Futterpflanzen mit dem entsprechenden Vitamingehalt auszustatten. Es ist bekannt, daß die weiße amerikanische Landbohne mit ihrem großen Proteingehalt kalorisch ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel vorstellt, das aber bei dauernder Verabreichung schwere avitaminotische Störungen hervorruft, welche bei Verfütterung unserer gewöhnlichen buntgefleckten Bohne mit fast derselben chemischen Zusammen-

setzung ausbleiben. Gerade die Hülsenfrüchte sind geradezu ein Schulbeispiel für die große Rolle der Phosphatide im Tier- und Pflanzenkörper, und die Eigenschaften nach Richtung ihres Nährwertes, die man früher ihrem Proteingehalt zugeschrieben hat, fallen zweifellos ihren Phosphatiden im Zusammenhang mit anderen Komponenten zu, unter denen natürlich auch Proteine figurieren. Die im folgenden geschilderten Versuche sind daher auch an Leguminosen durchgeführt und stellen Vorversuche dar, welche Herr Mag. pharm. H. Münzer in meinem Laboratorium zum Studium der Phosphatide der verschiedenen Leguminosen angestellt hat. Die Erbsen sind solche der Rasse Möystad (Pisum arvense unicolor) und sind von Aas (Norwegen) aus der Ernte 1926 bezogen. Es zeigte sich, daß sich andere Erbsenrassen ganz anders verhalten können und daß auch Möystaderbsen, in anderem Boden gezogen (es wurden solche untersucht, die ich mit norwegischen Samen in Klosterneuburg habe ziehen lassen) andere Ergebnisse liefern. Zweifellos sind die Phosphatide nicht nur artspezifisch sondern sie verändern sich auch mit dem Milieu und passen sich gewissermaßen den Phosphatiden des Bodens an. Nur schonendste Behandlung läßt die Möglichkeit offen, diese labilen Komplexe unverändert aus dem Pflanzenkörper zu isolieren, die anderseits schon bei Dialyse mit dest. Wasser bei Zimmertemperatur denselben verlassen. Natürlich wurde in allen Versuchen für möglichste Sterilhaltung gesorgt und jedesmal die Untersuchung auf Bakterieninfektion vorgenommen, nur solche Versuche verwendet, bei denen eine solche ausgeschlossen werden konnte.

Ein Kilo Erbsen wurde ausgesucht (die verletzten ausgeschieden), dann zuerst mit kaltem und darauf mit warmem Leitungswasser gewaschen, dann mit 2 prom. Sublimatlösung, hierauf mit 70prozentigem Alkohol und schließlich wieder mit dest. Wasser gereinigt. Die Keimkraft der Samen war durch diese Behandlung nicht im geringsten alteriert worden. Sie wurden dann in abgeflammte Porzellanküvetten verteilt und darin der Dialyse mit dest. Wasser durch 24 h bei 10^0 unterworfen. Für 1 kg Erbsen wurden 2000 ccm Wasser verwendet. Gewonnen wurden ca. 1700 ccm Dialysat. Dasselbe war hellgelb und trübe, es hatte sich schon bei dieser Temperatur eine unlösliche Fraktion der Phosphatide abgeschieden, denn die Suspension enthielt P und N. Durch die intakten Zellwände und die unverletzte Testa waren demnach Stoffe ausgetreten, die, obzwar sie natürlich nur in wässeriger Lösung oder Solverteilung permeiren konnten, im Dialysat unlöslich ausfielen. Das Dialysat wurde durch ein vorher mit heißer Lauge und Salpetersäure gewaschenes Pukallfilter gezogen, das gewonnene bakterienfreie, klare, hellbraune Filtrat ist geschmacklos, reagiert neutral und schäumt stark beim Schütteln. Fehling'sche Lösung wird nicht reduziert. Es ist luft- und lichtempfindlich unter Verfärbung, hält sich aber unter Äther oder im Dunklen aufbewahrt, dauernd unverändert. Millons Reagens, Biuretreaktion, Pikrinsäure, Xanthoproteinreaktion, Adamkiewiczreaktion u. a. Proteinreaktionen fielen auch nach längerem Stehen negativ aus, Eiweißkörper waren also in das Dialysat unter diesen Umständen nicht übergangen.

Flockige weiße Fällungen wurden erzielt durch Ca-azetat, Ag-azetat, Al-azetat, Pb-azetat, Zn-azetat, Phosphorwolframsäure, gelbliche durch Uranylazetat, blauweiße durch Cu-azetat, keine Fällung ergab Schwefelsäure in verschiedenen

Konzentrationen, Laugen lassen das Dialysat braun werden. Säuren, Phenylhydrazin, saure Farbstoffe geben keine Reaktion, bemerkenswerte Fällung indessen basische Farbstoffe. Nur solche ergeben nämlich distinkte voluminöse Fällungen, welche den Gedanken nahelegen, daß es sich hier um saure Gruppen im Phosphatidmolekül handelt, die mit den basischen Komponenten reagieren. Indessen zeigte sich mit anderen organisch-basischen Stoffen wie Anilin, Chinolin, Pyridin und deren Salzen keinerlei Fällung. Auch Fällungen mit Aminosäuren wurden versucht, wie überhaupt mit Komponenten der Proteine, indessen zeigten sich nur mit Asparagin positive Reaktion. Malachitgrün und Safranin ergaben die besten Fällungen, schon in Verdünnungen 1 : 15000 (in Verdünnungen 1 : 30 000 trat keine Fällung mehr ein, in der vorgenannten erst nach längerem Stehen, bei jeder höheren Konzentration sofort). Schon 2 Tropfen in der Verdünnung 1 : 3000 genügen, um sofort einen dunklen, voluminösen Niederschlag zu erzeugen. Der Niederschlag ist in Wasser, Äther, Azeton, Benzol, Toluol unlöslich, in Alkohol, Chloroform, Essigsäure teilweise löslich. Dort wo bei geringen Konzentrationen Fällungen eingetreten waren, bildete sich bei längerem Stehen reichliche Schimmelentwicklung, während dort, wo die Fällung ausgeblieben war, eine solche nicht beobachtet werden konnte. Der Farbstoffniederschlag enthält viel P. Die Farbstoffällungen der Phosphatide mit basischen Farbstoffen sind von doppeltem Interesse. Einmal, weil ein Hinweis auf Zellfärbungen überhaupt und Vitalfärbungen im besondern dadurch gegeben ist, indem solche Färbungen in der Zelle offenbar mit deren Phosphatiden sich ergeben. Zweifellos sind auch andere sichtbarwerdende Zellveränderungen, so Aggregationen nach Reizung, karyokinetische Figuren etc. durch die Reaktion der Phosphatide für sich, mit anderen Zellkomponenten und den auf die Zelle einwirkenden Reagentien, z. B. bei der Plasmolyse hervorgerufen, wie alle äußeren Einflüssen überhaupt Reaktionen der Phosphatide bewirken müssen, die so leicht aus der löslichen in die unlösliche Phase reversibel übergehen. Anderseits handelt es sich bei den verwendeten Farbstoffen meist um chemisch gut definierte Substanzen, die durch stärkere Basen abgespalten werden können, so daß der gebunden gewesene Phosphatidkomplex nunmehr frei wird und der chemischen Ermittelung zugeführt werden kann. Selbst wenn es sich bei dieser Farbstoffreaktion nur um die Bindung einer bestimmten Phosphatidkomponente handelt, wie jetzt schon vermutet werden kann, so wäre dadurch die Möglichkeit zum Studium einzelner Teilstücke gegeben und die Farbstoffreaktion dann als eine Art milden Abbaues zu werten. Denn ein solcher Abbau, wie er natürlich von uns zunächst versucht wurde, gelingt mit den gewöhnlichen chemischen Reagentien und durch Verwendung von Enzympräparaten n i c h t, ohne daß sich intramolekulare Veränderungen des ganzen Komplexes in unerwünschter Weise vollziehen. Auch Elektrodialyse führte bisher nicht zum Ziele; immer spalten sich sehr schnell bei solchen Versuchen Fettsäuren ab, die an der Oberfläche schwimmen, wie diese überhaupt am wenigsten fest gebunden erscheinen. Viel fester sitzt die Base, welche bei der Fällungsreaktion mit Phosphorwolframsäure beteiligt ist, während die gleichfalls stets begleitenden Kohlehydrat- und Anthokyangruppen gleichfalls leichter, doch immerhin weniger schnell als die Fettsäuren der Abspaltung unterliegen.

Es wurde ferner die Fällung durch Zn-azetat versucht, welche sehr schnell, gut filtrierbar und voluminös ausfiel. 500 ccm des Dialysates wurden mit 150 ccm 3%iger Zn-azetatlösung versetzt. Es fiel ein hellbrauner Niederschlag aus, der auf Zusatz von etwas Ammoniak stärker und voluminöser wurde. Einige Tropfen Essigsäure genügen, um ihn in Lösung zu bringen. Das Filtrat vom Niederschlag, der P und N enthält und an der Luft braun wird, ist völlig klar, gibt mit keinem der vorgenannten Reagentien Fällung oder Reaktion und ist P-frei. Nur ammoniakalisches Pb-azetat gibt weißen Niederschlag. Der ausgewaschene Niederschlag enthält weder freies Zn noch sonstiges Fällungsmittel und ist in allen verdünnten Säuren löslich, unlöslich in Wasser und Alkohol, Versuche, diese Fällung zu untersuchen, sind im Zuge, ebenso wie die Charakterisierung der Farbstoffällungen.

Es ist nicht uninteressant, daß die Samen nach der wässerigen Dialyse trotz des Austretens von massenhaft Phosphatiden doch ebenso freudig keimen wie vor der Dialyse. Offenbar sind noch Phosphatide in genügender Menge enthalten oder es werden die fehlenden sehr schnell beim Vegetieren ersetzt. Weitere Versuche mit mangelhaften Nährlösungen, bei Ausschluß von Kohlensäure, beim Versagen von anorganischem P in der Nährlösung müssen zeigen, wie sich die pflanzenphysiologischen Verhältnisse gestalten. Hier ist offenbar noch ein weites Feld für die Forschung. Sind wir bei der chemischen Ermittelung dieser lebenswichtigen Stoffe erst in den allerersten Anfängen, gibt das Tierexperiment vorläufig nur wunderbare Resultate, ohne daß wir sie zu deuten vermöchten, so ist doch vielleicht die landwirtschaftliche Forschung, d. h. das im größten Maßstabe angestellte pflanzenphysiologische Experiment in erster Linie berufen, angesichts der durchsichtigeren Reaktion des einfacher funktionierenden Pflanzenkörpers das Problem zu entschleiern, das sich der biologischen Wissenschaft durch die Pflanzenphosphatide ergeben hat und das innig verknüpft erscheint mit der Ernährungslehre und der Technologie unserer wichtigsten Nahrungsmittel.

Zusammenhang zwischen der Azidität des Bodens und der Zersetzung der organischen Substanzen im Boden.

Von Dr. David J. Hissink,
Direktor der Staatl. Versuchsanstalten für Agropedologie
und Bioklimatologie in Prez.

Am Schlusse seines neuen Handbuches der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens (1) weist Professor Dr. Julius Stoklasa darauf hin, wie ungemein wichtig es ist, sich die Statik des Kohlenstoffes im Boden stets vor Augen zu halten. Durch die Atmung der Bakterien nimmt der Gehalt an Kohlenstoff im Boden fortwährend ab. Stoklasa (2) berechnet, daß der Kohlenstoffvorrat eines fruchtbaren Bodens mit 2% Kohlenstoff bis zu einer Schicht von 30 cm, wenn kein Ersatz von Kohlenstoff stattfindet, in ungefähr 20 Jahren erschöpft wird. Der Kohlenstoffgehalt der Stoppel- und Wurzelrückstände unserer Zerealien ist nicht ausreichend, dieses Defizit zu decken. Da die organischen Substanzen im Boden bei Gegenwart von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium und Eisen viel energischer abgebaut werden, behauptet Stoklasa die Notwendigkeit, die organischen Substanzen immer neben den mineralischen Düngemitteln zuzuführen.

Tabelle I (nach Stoklasa).

Azidität = pH	Durchschnittliche Menge des von 1 kg Boden in 24 Stunden ausgeatmeten Kohlendioxyds (in mg)	Anzahl der vegetativen Keime der Bakterien in 1 g Boden (Millionen)
7.2	85	78
6.9	90	76
6.6	66	52
5.8	48	20
5.3	22	16
4.7	9	8
4.0	5	6

Aus den zahlreichen Untersuchungen von Stoklasa und seinen Mitarbeitern geht weiter hervor, daß die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxydes bei verschiedenen Böden sehr verschieden sein kann, und auf Grund der Resultate seiner langjährigen Beobachtungen und Analysen auf Ackerböden von Böhmen und Mähren kommt er zu der wichtigen Schlußfolgerung, daß die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds ein Indikator für die Fruchtbarkeit des Bodens ist (3).

In dem Handbuche von Stoklasa und Doerell werden die verschiedenen Faktoren, welche die Größe der Kohlendioxydproduktion des Bodens beeinflussen,

eingehend behandelt. Uns interessiert hier die Bemerkung (4), daß bei allen Versuchen die Wasserstoffionenkonzentration des Bodens im Auge behalten werden muß. Die nachstehenden Daten dokumentieren deutlich, wie sowohl die Anzahl der vegetativen Keime der Bakterien im Boden, als auch die Menge des vom Boden ausgeatmeten Kohlendioxyds von der aktiven Azidität des Bodens beeinflußt wird. Die Versuche wurden von Stoklasa mit 20% Wasser bei 20° Celsius 24 Tage hindurch ausgeführt (5).

Auf Grund dieser Resultate ist zu erwarten, daß die Zersetzung der organischen Substanz im Boden von der Azidität (pH) des Bodens beeinflußt wird und zwar in der Weise, daß die zersetzte Menge organischer Substanz, unter sonstigen gleichen Umständen, mit der Steigung des pH-Wertes zunimmt, der Gehalt an Humus also sinkt. Es schien mir wichtig, diese Frage an einigen Versuchen aus der Praxis näher zu studieren.

Versuchsfeld Sappemeer
(Provinz Groningen).

Im Jahre 1913 wurde vom Landwirtschaftslehrer Ir. J. Heemstra, Groningen, ein kleines Versuchsfeld in Größe von 4 Ar angelegt. Der Boden ist alter „Dalboden" (6). Die Krume war im Mittel ungefähr 30 cm dick und bestand aus Sand mit ungefähr 23% Humus (Glühverlust). Der Untergrund besteht aus Sand. Das Feld wurde in 4 Parzellen A, B, C und D, in Größe von je 1 Ar geteilt. Parzelle A wurde jährlich mit Stallmist, Parzelle C jährlich mit mineralischen Düngemitteln gedüngt. Parzelle B empfing die halbe Stallmistdüngung von A und die halbe mineralische Düngung von C. Parzelle D erhielt im Jahre 1913 eine Düngung mit „Terpaarde" (Tonboden mit $CaCO_3$) und wurde weiter wie Parzelle B gedüngt. Ursprünglich wurde eine sogenannte „saure" Düngung gegeben (6 kg Ammoniumsulfat, 8 kg Superphosphat und 10 kg Patentkali pro Ar). Als sich in den Jahren 1918/1919 die schlechte Wirkung dieser andauernden „sauren" Düngung, insbesondere auf Parzelle C zeigte, wurde jede Parzelle in vier kleine Teile 1, 2, 3 und 4 geteilt. Im Herbst 1919 bekamen die 8 kleinen Parzellen 1 und 3 pro ha 5000 kg Mergel. Nehmen wir an, daß diese Menge ungefähr 2400 kg CaO enthalten hat und daß diese Menge CaO von den 600 000 kg Humus pro ha gebunden worden ist, so ist der Kalkgehalt des Humus um 0,4% gestiegen, was eine Steigerung von ungefähr 0,6—0,3 des pH-Wertes zur Folge gehabt haben wird. Die 6 kleinen Parzellen B 1/3, C 1/3 und D 1/3 wurden, vom Herbst 1919 an, weiter sogenannt „alkalisch" gedüngt (Chilisalpeter, Thomasmehl und Patentkali); die 6 Parzellen B 2/4, C 2/4 und D 2/4 empfingen die schon erwähnte „saure" Düngung. Die vier Felder A 1, 2, 3 und 4 empfingen, wie früher, nur Stallmist.

Im Herbst 1923 wurden von jeder der 16 Parzellen Proben zur Untersuchung entnommen, während auch das Volumgewicht auf dem freien Felde, sowie die Tiefe der Krume bestimmt wurde. Die Tabelle II enthält: Tiefe der Krume bis zu der Sandschicht in cm; Volumgewicht (Gewicht von 1 Liter trockenen Bodens [105° C] in kg); Gehalt an organischer Substanz (Glühverlust) in Prozenten auf Trockensubstanz (105° C); pH-Wert. Weiter wurde der Gehalt an austauschfähigem Kalk, an Stickstoff und Phosphorsäure bestimmt. Mit Hilfe dieser Zahlen und des Humusgehaltes ist der Prozentgehalt des Humus an CaO, N und P_2O_5

berechnet. Diese Zahlen sind als CaO (Humus)-,N(Humus)- und P_2O_5(Humus)-Zahl in die Tabelle II eingetragen. Aus den Resultaten der Parzellen 1 und 3, und ebenso der Parzellen 2 und 4 ist der Mittelwert berechnet.

Tabelle II.

Resultate. Versuchsfeld Sappemeer, Herbst 1923.

Parzelle A Stallmist		Parzelle B halb Stallmist halb min. Düngung		Parzelle C miner. Düngung		Parzelle D wie B + Terpaarde	
1—3 einmal $CaCO_3$	2—4	1—3 alkalisch	2—4 sauer	1—3 alkalisch	2—4 sauer	1—3 alkalisch	2—4 sauer
Tiefe der Krume bis auf die Sandschicht in cm.							
32,3	33,0	28,5	29,0	26,8	27,0	31,0	31,8
Volumgewicht in natürlicher Lagerung (Gewicht 1 Liter Trockensubstanz in kg).							
0,813	0,823	0,901	?	0,914	0,916	0,917	0,912
Gehalt an organischer Substanz in Prozenten auf Trockensubstanz (105° C).							
23,4	23,8	21,0	22,4	19,9	23,9	18,5	21,7
Azidität (pH) des Bodens (10 g Boden mit 25 cc H_2O).							
5,2	5,1	5,1	4,6	4,9	4,3	5,8	5,1
CaO (Humus)-Zahl, d. h. g CaO in 100 g Humus.							
2,60	2,40	2,46	1,90	2,20	1,58	3,22	2,90
N (Humus)-Zahl, d. h. g. N in 100 g Humus.							
2,56	2,61	2,68	2,58	2,45	2,46	2,59	2,59
P_2O_5 (Humus)-Zahl, d. h. g. P_2O_5 in 100 g Humus.							
1,19	1,25	1,24	1,24	1,26	1,18	1,62	1,60

In erster Linie sei nun die Aufmerksamkeit auf den Zusammenhang zwischen dem pH-Werte und der CaO(Humus)-Zahl gelenkt, was noch deutlicher aus Tabelle III hervorgeht.

Tabelle III.

Zusammenhang zwischen pH und CaO(Humus)-Zahl:

Parzelle	pH	CaO(Humus) -Zahl
C 2/4	4.3	1.58
B 2/4	4.6	1.90
C 1/3	4.9	2.20
A 2/4	5.1	2.40
B 2/4	5.1	2.46
D 2/4	5.1	2.90
A 1/3	5.2	2.60
D 1/3	5.8	3.22

Die CaO(Humus)-Zahlen der Parzellen D 2/4 und D 1/3 sind etwas zu hoch, weil diese Parzellen geringe Menge Ton enthalten (Düngung mit Terpaarde) und ein Teil des austauschfähigen Kalkes also adsorptiv von der Tonsubstanz gebunden wird. Bei der Berechnung der CaO(Humus)-Zahl ist jedoch aller Kalk als Humuskalk berechnet.

Die Tabelle II zeigt weiter deutlich die Wirkung der verabreichten Düngungen. Die alkalisch gedüngten Parzellen 1 und 3 haben immer, ohne Ausnahme, höhere pH-Werte und höhere CaO(Humus)-Zahlen als die sauer gedüngten Parzellen 2 und 4. Der Gehalt an organischer Substanz ist bei den Parzellen 1 und 3 immer niedriger als bei den Parzellen 2 und 4. Dies weist darauf hin, daß die Zersetzung der organischen Substanz von der Azidität des Bodens (pH) beeinflußt worden ist. Bei der Bekalkung, zumal von Sandböden mit wenig Humus, darf dieser Einfluß der Kalkdüngung auf die Zersetzung der organischen Substanz im Boden nicht außer Acht gelassen werden.

Es läßt sich auch berechnen, wieviel organische Substanz auf den Parzellen 1 und 3 mehr zersetzt ist als auf den Parzellen 2 und 4. Als Beispiel wähle ich die vier Parzellen C. Die Dicke der Krume der Parzelle 1/3 ist 26,8 cm; das Volumgewicht 0,914; der Humusgehalt 19,9; pro ha ist in der Krume also vorhanden $26{,}8 \times 0{,}914 \times 19{,}9 \times 1000 = 487\,454$ kg Humus. Für Parzelle 2/4 wird die Berechnung: $27{,}0 \times 0{,}916 \times 23{,}9 \times 1000 = 591\,095$. Pro ha ist also in den vier Jahren Herbst 1919 bis Herbst 1923 auf die 1/3 Parzellen 591 095—487 454 = 103 641 = rund 100 000 kg organische Substanz mehr zersetzt als auf die 2/4- Parzellen, also pro Jahr im Mittel 25 000 kg mehr.

Auch die Wirkung der Stallmistdüngung und der Düngung mit Ton (Terpaarde) tritt deutlich aus den Zahlen der Tabelle II hervor und zwar nicht nur aus den Prozentgehalten an Humus, sondern auch aus der Dicke der Krume in cm und dem Volumgewicht. Es sind noch einige weitere Bemerkungen zu machen; der Kürze halber begnüge ich mich damit, die Aufmerksamkeit auf die Stickstoff(Humus)-Zahl zu lenken.

Wie bekannt, gehen die organischen Stickstoffverbindungen im Boden, je nachdem sich die organischen Stoffe zersetzen, in lösliche Verbindungen (Ammoniak, Nitrat) über, und bei der Zersetzung der organischen Substanz nimmt dementsprechend der Vorrat an Stickstoff im Boden gleichfalls ab. Die Kohlenwasserstoff-Verbindungen im Humus verschwinden bei diesem Zersetzungsprozesse jedoch in stärkerem Maße, als die N-Verbindungen. Die Folge davon ist, daß der Stickstoffgehalt des Humus während der Humifikation steigt. Es will mir scheinen, als ob wir demnach in dem Prozentgehalt der organischen Stoffe an N, also in der N(Humus)-Zahl der Tabelle II, ein Mittel besitzen, um überhaupt etwas über den Zersetzungszustand der organischen Stoffe im Boden aussagen zu können.

Auch von einem anderen Gesichtspunkte aus ist die Kenntnis dieser Größe von Bedeutung. In dem fast unzersetzten Torf der Hochmoore ist der Stickstoff in einer für die Pflanzen nur schwer zugänglichen Form vorhanden, und je nach dem Grade der Zersetzung der organischen Substanz gehen die Stickstoffverbin-

dungen in besser assimilierbare Verbindungen über. Der Prozentgehalt des Humus an Stickstoff, die N(Humus)-Zahl, muß deshalb auch Aufschluß über den Grad der Assimilierbarkeit des Stickstoffes für die Pflanzen geben. Eine niedrige N(Humus)-Zahl weist auf schlechte, eine hohe Zahl auf gute Assimilierbarkeit des Stickstoffes hin.

Bei der Betrachtung der N(Humus)-Zahlen der Tabelle II sieht man, daß der Boden der vier C-Parzellen die niedrigsten N(Humus)-Zahlen hat (2,45 und 2,46). Die übrigen 6 N(Humus)-Zahlen (2,56, 2,61, 2,68, 2,58, 2,59, 2,58; im Mittel 2,60) sind alle höher. Hier wirken natürlich zwei Faktoren zusammen, nämlich die bessere Zersetzung der organischen Substanz und die auf den Parzellen A, B und D verabreichte Stallmistdüngung.

Versuchsfeld Harkstede (Provinz Groningen).

Auch die folgenden Ergebnisse eines Versuchsfeldes in Harkstede (Provinz Groningen) liefern ein Beispiel für den Einfluß der Bodenazidität auf die Zersetzung der organischen Substanzen im Boden.

Im Jahre 1903 wurde die Hälfte einer Parzelle mit 60 000 kg Kreideschlamm ($CaCO_3$) pro ha gedüngt. Im Dezember 1923 wurden Bodenproben von den beiden Hälften, gekalkt und ungekalkt, untersucht. Tabelle IV enthält die Analysenergebnisse.

Tabelle IV.
Versuchsfeld Harkstede (Provinz Groningen).

Düngung	Prozentgehalt der Trockensubstanz (105° C) an		Prozentgehalt des Humus an		pH
	Humus	CaO	CaO = CaO(Humus)-Zahl	N = N(Humus)-Zahl	
Gekalkt	33.7	1.69	5.0	2.69	7.1
Nicht gekalkt	40.3	1.09	2.7	2.60	5.0

Wie man sieht, ist der Gehalt an CaO in der Humussubstanz, so wie der pH-Wert, unter Einfluß der Kalkdüngung stark gestiegen, während der Gehalt an organischer Substanz stark zurückgegangen ist. Die N(Humus)-Zahl ist nur wenig gestiegen (2,69—2,60). Es sind also große Mengen Stickstoff bei der Zersetzung der organischen Substanzen verfügbar geworden, welche zum Teil von den Pflanzen aufgenommen, zum Teil vom Regenwasser ausgelaugt sind. Auch in der Kultur sind die Folgen der Kalkdüngung sehr deutlich in Erscheinung getreten. Die Kartoffeln waren auf der gekalkten Hälfte immer schorfig; der Roggen entwickelte sich sehr üppig und lagerte gewöhnlich. In den Jahren, in welchen die Parzelle als Grasland benutzt wurde, war die Grasnarbe auf der gekalkten Hälfte viel zu locker.

Ich möchte schließlich diese Gelegenheit benutzen, um darauf hinzuweisen, daß die Humusböden mit geringem Tongehalt am besten von den folgenden Größen charakterisiert werden können: pH, Humusgehalt, Gehalt an austausch-

fähigem Kalk und Humuskalk in Prozenten auf Humus oder CaO(Humus)-Zahl (berechnet); Gehalt an Total-Stickstoff und N in Prozenten auf Humus oder N(Humus)-Zahl (berechnet); Gehalt an Phosphorsäure und P_2O_5 in Prozenten auf Humus oder P_2O_5(Humus)-Zahl (berechnet). Weiter kann die Titrationskurve mit CaO bestimmt werden und ebenso die verschiedenen Sättigungszustände (7).

Schließlich berechne ich die potentielle Adsorption, d. h. die Menge CaO, welche 100 g des Bodens als Ton-Humus-Kalk festlegen (adsorbieren) muß, damit pro 100 g Humus 5,0 g CaO und pro 100 g Ton 1,1 g CaO als Humus-, resp. Tonkalk vorhanden ist (8).

Tabelle V enthält einige Zahlen von einigen typischen niederländischen Humusböden mit sehr geringem Tongehalte.

Tabelle V.

Bodenprobe Nr. B	Ort, Düngung, usw.	pH (10 g Boden mit 25 cc H_2O)	Gehalt in Prozenten auf Trockensubstanz (105° C) an			CaO (Humus)-Zahl (berechnet)	N (Humus)-Zahl (berechnet)	Potentielle Adsorption (berechnet)
			Humus	aust. CaO	Total-N			
	Niedrungsmoor (nach Fleischer) (Total-CaO).							
	Mittlerer Wert		85,0	4,00	2,55	4,7	3,0	0,25
	Grenzwert					3,0		
	Hochmoor (nach Fleischer) (Total-CaO).							
	Grenzwert					0,50		
	Mittlerer Wert		98,0	0,24	0,98	0,25	1,0	4,66
	Versuchsfeld Yhot (Provinz Overyssel), Sandboden.							
2061	Volldüngung + CaO	5,4	7,68	0,111		1,44		0,273
2059	Volldüngung	5,1	8,13	0,115		1,42		0,291
2063	Stallmist + Volldüngung	4,7	8,77	0,075		0,85		0,364
2057	Stallmist	4,5	9,55	0,074		0,77		0,404
	Profil Leegmoor (dalgrond), Verh. Zweite Komm., Teil B, Seite 173.							
	Oberkrume	5,8	17,2	0,515	0,41	3,0	2,4	0,344
	Übergangsschicht	4,9	29,1	0,850	0,51	2,9	1,75	0,611
	unverwitt. Hochmoor	3,9	86,5	1,305	0,97	1,5	1,1	3,028
	Diluvialer Sand	4,1	0,8	0	0	0	0	0,040
	Versuchsfeld Eelderwolde, Niederungsmoor, stark mit Stallmist gedüngt.							
1869	mehr CaO enth.	6,0	43,3	1,66	1,68	3,83	3,88	0,507
1857	weniger CaO enth.	5,1	47,2	1,33	1,57	2,82	3,33	1,029
	Unterkrume (Zeggenmoor)	4,9	71,3	1,55	1,50	2,18	2,10	2,011
	Versuchsfeld Harkstede, Niederungsmoor (ohne Stallmist).							
1609	gekalkt	7,1	33,7	1,685	0,91	5,0	2,69	0,0
1610	ungekalkt	5,0	40,3	1,088	1,05	2,7	2,60	0,927
	Versuchsfeld Sappemeer, Dalgrond (Hochmoor mit Sand).							
D 1/3	halb Stallmist, halb Volldüngung + Terpaarde	5,8	18,5	0,595	0,479	3,22	2,59	0,329
C 2/4	Volldüngung (sauer)	4,3	23,9	0,378	0,588	1,58	2,46	0,817

Dieser kurze Beitrag möge genügen, um die große Bedeutung des Kohlenstoffproblems des Bodens hervorzuheben auf die Stoklasa in seinen Arbeiten stets mit Nachdruck hingewiesen hat. Möge die Prophezeiung von Stoklasa und Doerell am Schlusse ihres Handbuches, daß wir von der Zeit nicht weit entfernt sind, wo dem Kohlenstoffproblem des Bodens, sowie der Biodynamik der Bodenmikroorganismen größeres Interesse zugewendet werden wird, bald in Erfüllung gehen.

Literatur:

(1) Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens von Prof. Dr. Julius Stoklasa und Dr. Ernst Gustav Doerell, 1926.

(2) Ebenda, Seite 772.

(3) Ebenda, Seite 768.

(4) Ebenda, Seite 705.

(5) Seite 204 des Handbuches von Stoklasa und Doerell gibt dieselbe Tabelle. Hier muß aber statt 1 g Boden 1 kg Boden stehen.

(6) Betreffend Abtorfung und Urbarmachung der niederländischen Hochmoore siehe Verhandlungen der zweiten Kommission der Int. Bod. Gesellschaft, Groningen (Holland) 1927, Teil B, Seite 171—173.

(7) In meinem Bericht über die Bodenadsorption auf dem Ersten Intern. Bodenk. Kongreß (Washington, Juni 1927) habe ich an einem Beispiel gezeigt, wie verschieden der Sättigungszustand des Bodens, je nach der angewandten Methode, ist. Wie auf Seite 19 dieses Berichtes erwähnt worden ist, ist V (Degree of saturation) von der Bodenprobe B 1690 nach Gedroiz = 88; Hutchinson = 76; Kappen = 75; Gehring = 73—54; Hissink = 22; bei pH = 6 ist V = 86, bei pH = 6,5 ist V = 73; bei pH = 7 ist V = 61; für eine CaO (Humus)-Zahl = 5,0 (potent. Adsorption) ist V = 58.

(8) Siehe Verhandlungen Groningen, 1926, Teil A, Seite 192—193. Die Ca(Humus)-Zahl ist später als 5,0 angegeben.

Über den derzeitigen Stand der Ligninfrage.

(Kritische Bemerkungen auf Grund neuerer Versuchsergebnisse.)

Von Ing. Dr. Karl Kürschner,
Privatdozent für Forstwirtschaft an der Deutschen technischen Hochschule in Brno (Brünn).

Die neben vielen anderen wertvollen Untersuchungen und grundlegenden Arbeiten einhergehende, so ausgedehnte und erfolgreiche Forschungstätigkeit Julius Stoklasas auf pflanzenphysiologischem und bodenkundlichem Gebiete, scheint mir die kurze Behandlung der trotz vieler bekannter Tatsachen noch wenig geklärten „Ligninfrage", die von Forschungen jener Richtung untrennbar ist, an dieser Stelle zu rechtfertigen. — An die Grenzgebiete von Biochemie und Botanik reichend, ist ihr Studium sowohl von rein chemischem Standpunkt, als auch von pflanzenphysiologischen, bodenkundlichen, ja geologischen Gesichtspunkten aus betrachtet, interessant und reizvoll.

Die Ligninkörper oder wie sie heute noch oft genannt werden „das Lignin" sind, bei der ungeheuren Verbreitung verholzter Membranen, deren Hauptbestandteil sie neben Zellulose darstellen, unter die am häufigsten vorkommenden Substanzen der organischen und organisierten Welt zu zählen. Sie gehören zu den am vielseitigsten und eifrigsten untersuchten Körpern. Ihrem ausgedehnten Studium liegen vielfach technische Interessen zugrunde: es ist naturgemäß nicht gleichgiltig, wenn bei der Verarbeitung der Hölzer auf Zellulose die Hälfte des Ausgangsmaterials in Gestalt der „Sulfitablaugen" als unbrauchbarer, ja schädlicher und nach den bisherigen Erfahrungen kaum aufzuarbeitender Abfall verloren geht. —

Es liegt mir ferne, in der zu treffenden kurzen Übersicht des jetzigen Standes der Ligninuntersuchungen eine lückenlose Aufstellung der neueren Arbeiten geben zu wollen, die notwendigerweise unvollständig bleiben müßte, da infolge der vielfältigen Bearbeitung des Ligningebietes an den entlegensten Stellen und in oft ungeahntem Zusammenhange mitunter interessante Befunde schlummern. Mit Berechtigung sagt C. G. Schwalbe [1]), daß „es geradezu in der chemischen Wissenschaft Mode geworden ist, über Zellulose oder Lignin zu arbeiten." — Eine kurze kritische Sichtung der Ligninliteratur habe ich 1925 in dem Buche „Zur Chemie der Ligninkörper" u. a. vorgenommen [2]). Eine Literaturzusammenstellung sämtlicher bis dahin im Chemischen Zentralblatt referierten Arbeiten erschien 1926 [3]). Doch wird der darin angestrebte Gesamtüberblick

[1]) „Fortschritte der Zellstoff- und Papierfabrikation in den letzten 25 Jahren" Papierfabrikant, Jubiläumsheft 1927, S. 5.

[2]) Stuttgart 1925.

[3]) W. Fuchs, „Die Chemie des Lignins". Berlin 1926.

des Gebietes durch eigene Darlegungen des Verfassers und seine später zu erörternde Hypothese erheblich getrübt [1]).

Es ist naheliegend, daß der Forscher, welcher an die Bearbeitung dieses trotz aller Untersuchungen noch so unübersichtlichen Gebietes herantritt, einen Gesichtspunkt suchen wird, von dem aus er über das Chaos von Tatsachen und Meinungen einen gewissen Überblick zu bekommen glaubt. Diese persönlich ganz verschiedene a priorische Einstellung, welche der Bearbeitung der einzelnen Teilfragen zugrunde gelegt wird und wechselnde Arbeitshypothesen zuläßt, wird aber nun mitunter als unfehlbar betrachtet: eine experimentelle Tatsache widersprechender Art wird mit Zuhilfenahme all der vagen und unvorherzusehenden Möglichkeiten, die sich bei der Untersuchung gewachsener, hochpolymerer Stoffe ergeben, in die Hypothese gezwängt, so daß oft keine Klärung, sondern Verwirrung zurückbleibt.

Ganz verschiedenartige DEFINITIONEN DER LIGNINKÖRPER trachten den mittels Analogieschlüssen und Wahrscheinlichkeiten eingeengten Begriff je nach dem Standpunkt des Verfassers klarzulegen. Da aber eine Definition offenbar nicht dekretiert werden kann, so beginnen gleich hier die Meinungen auseinanderzugehen.

Ist es zweckmäßig, „vom Lignin" oder „von Ligninen" zu sprechen; haben wir darunter (mindestens bei ein und derselben Spezies und in ein und demselben Organ) einen einheitlichen Körper zu verstehen oder einander konstitutionell verhältnismäßig nahestehende Substanzen oder soll Ligninen jede Individualität abgesprochen werden; liegen in ihnen vorwiegend den polymeren Kohlehydraten ähnliche Körper aliphatischer Natur vor oder Glykoside mit aromatischem Aglykon oder rein aromatische Substanzen? Sind „isolierte" Lignine mit den natürlichen im großen ganzen identisch oder nicht? Usw. — Alle diese Fragen können mit vielen, anscheinend ziemlich gleichwertigen Argumenten für und wider beantwortet werden.

Auch die vorliegenden Ausführungen stellen demgemäß persönliche Auffassungen dar, die nur z. T. experimentell belegt werden können. — Wenn ich aber die von mir 1925 an mehreren Stellen eingehender ausgesprochenen Anschauungen über Lignine mit den heutigen (auf Grund fremder und eigener Versuche gewonnenen) vergleiche, so hat sich in den Grundzügen nichts Wesentliches verändert. Nur können die damals gebrachten Ansichten heute schärfer begründet werden.

Am zweckmäßigsten erscheint es, Lignine als den zweiten Hauptbestandteil verholzter Membranen zu definieren. Diese Definition besagt lediglich, daß Ligninkörper unter den 40% Nichtzellulosebestandteilen des Holzes vorherrschen, drückt aber nicht aus, inwiefern die in diesem Anteil erkannten, sehr fest gebundenen Zucker (Pentosane usw.) dem „eigentlichen Lignin" angehören, oder bloße Begleitstoffe darstellen. Versucht man, um dies klarzulegen, eine scharfe analytische Trennung durchzuführen, so stellt sich deren Unmöglichkeit heraus: entweder man geht radikal vor und entfernt die Pentosane (durch Kochen mit 12%iger HCl), dann ist die zurückbleibende,

[1]) Vgl. Anmerkung 4, S. 23 dieser Arbeit.

nicht mehr Furol liefernde Substanz, zum Unterschied von den farblosen Lignin-körpern tiefbraun und durch die heftige Säureeinwirkung bei hoher Temperatur zum Teil humifiziert, oder man beläßt die polymeren Kohlehydratanteile in den Ligninen und findet sich vorläufig mit dem Gedanken der Uneinheitlichkeit der vorliegenden (bei milder Darstellung fast farblosen) Ausgangsprodukte fernerer Untersuchungen ab. Dieser Weg erscheint mir als der richtigere.

Die gekennzeichneten Unstimmigkeiten wirken sich bei der DARSTELLUNG DER LIGNINE aus. Wenn ich bei diesem Punkte am eingehendsten verweile, so geschieht dies deshalb, weil hier m. E. die Ursachen der meisten Mißverständnisse liegen. — Die verschiedenen Lignindarstellungsmethoden liefern sehr heterogene Produkte, deren Elementaranalysen höchstens den Wert besitzen, uns über den mutmaßlichen Gehalt an (teilweise humifizierten) Kohlehydraten in den Ligninen zu unterrichten. Wie ich seinerzeit hervorgehoben habe, sprechen eine ganze Reihe von — später zu erörternden — Gründen dafür, daß die oberen Grenzwerte bei der Elementaranalyse aller Lignine 66,6% C und 6,7% H (dem Koniferylalkohol entsprechend) betragen; durch den Gehalt an Zuckern wird dieser Wert entsprechend herabgedrückt.

Die Isolierungsmethoden von Ligninen beruhen entweder auf ihrer Herauslösung aus Hölzern mittels verschiedener „Lösungsmittel" in der Hitze, evtl. unter Druck oder auf der Entfernung des zweiten Hauptbestandteiles der Hölzer, der Zellulose, durch hochkonzentrierte Säuren in der Kälte. — Bei der ersten Methode wird die Isolierung offenbar durch die Auflockerung des verholzten Gewebes infolge des teilweisen Abbaues der Pentosane ermöglicht[1]). Es ist unwahrscheinlich, daß ein Komplex wie Lignin, welcher das konservative Element der Hölzer darstellt und ebenso wie die begleitenden Kohlehydrate polymerer Natur ist, beim ersten Verfahren unverändert bleibt. Die Leichtlöslichkeit der so erzielten „Lignine" in verschiedenen Lösungsmitteln spricht dagegen. Auch die Verfahren der zweiten Gruppe hinterlassen keine unveränderten Lignine, es werden Kondensationen und Polymerisationsvorgänge in den erhaltenen Produkten angenommen.

Man hat sich bemüht, die hier gemutmaßten Polymerisationen auf verschiedenem Wege zu beseitigen. Unter der recht wahrscheinlich wirkenden Annahme, daß der ungesättigte Charakter der Lignine zu solchen Polymerisationsprodukten bei der Darstellung führen könne, haben O. Routala und J. Sevón[2]) eine Hydrierung des Holzes vorgenommen[3]). Die nachfolgende Behandlung des hydrierten Holzes mit alkoholischer HCl lieferte ein „Hydrolignin", welches ebenso wie das hydrierte Holz keine Wiesnersche Reaktion aufwies und in den

---

[1]) Auch bei der später zu besprechenden Sulfitkochung bestehen nach zweistündiger Kochzeit etwa $^2/_3$ der in Lösung gegangenen Zuckerarten aus Pentosen. Vgl. E. Hägglund, Papierfabrikant **25**, Fest- und Auslandsheft 60; 1927.

[2]) „Über die Ligninstoffe", Suomalaisen Tiedeakatemian Toimituksia. Sarja A. Nid. XXIX, Nro. 11; Helsinki 1927. Sie gingen dabei in analoger Weise vor, wie seinerzeit Czapek, welcher das von ihm isolierte „Hadromal" — ein verunreinigtes Vanillin oder Koniferylaldehyd — mit Na + Alkohol zu Eugenol reduzierte.

[3]) Erwähnen möchte ich hier, daß mich Professor Dr. A. Lißner-Brünn schon 1925 auf die Bedeutung der Hydrierung des Holzes aufmerksam machte.

sonstigen Eigenschaften (Löslichkeit, scheinbares M. G.) mit dem anschließend zu besprechenden „Primärlignin" ziemlich übereinstimmt. Der Br-Verbrauch der Hydrierungsprodukte ist aber nicht gesunken, was gegen die Annahme einer Sättigung der Doppelbindungen spricht. Beim Erwärmen gab das Präparat einen deutlichen Vanillingeruch. —

Zu den Verfahren der ersten Gruppe gehört auch die neuerdings mehrfach verfolgte Methode von Grüß[1]), welcher Hölzer mit alkoholischer HCl kocht. Die entstehenden Produkte reagieren nun allerdings mit dem Alkohol oder den statt seiner verwendeten organischen Substanzen, und man erhält Körper, die als „Primärlignin"[2]) oder auch als „lösliches Lignin"[3]), als „Äthyl-, Butyl-, Amyllignin"[4]) usw. bezeichnet werden. Es geht hierbei nur ein Teil des Lignins in Lösung. Routala und Sevón schreiben: „Der Holzrückstand enthielt stets die Hauptmenge des Lignins ungelöst"[5]), und heben weiter die Nichteinheitlichkeit des „Primärlignins" hervor[6]).

In diese Kategorie sind auch das Lignin Paulys[7]), das mittels Essigsäure + Mineralsäurezusatz gewonnen wird und das mit Hilfe von Phenol + HCl dargestellte „Phenollignin" zu rechnen[8]).

Hinsichtlich der Lignindarstellung mittels ClO_2[9]), die W. Schrauth als möglichst schonend empfiehlt, schrieb ich schon seinerzeit[10]): „Man kann dieser Ansicht nicht ohne weiteres beipflichten, da hier zweifellos Oxydationsvorgänge zugrunde liegen, denn auch in Abwesenheit von Alkali ist Lignin in hohem Maße oxydierbar." E. Honsig konnte nun feststellen[11]), daß bei der Behandlung von Holz mit ClO_2 rund ¼ desselben zu niedrigmolekularen Verbindungen (CO_2, Oxalsäure) oxydiert wird und der Ausfall durch Wasseranlagerung während des Aufschlusses der Menge nach verdeckt wird. Auch Phenole, wie Guajakol, Vanillin werden unter denselben Umständen zerstört. Oxydativ wirkende Methoden kommen naturgemäß für die Lignindarstellung nicht in Betracht; sie spielen nur bei der „quantitativen Ligninbestimmung" eine wichtige Rolle.

Hinsichtlich der mit hochkonzentrierten Säuren aufschließenden zweiten Gruppe von Verfahren, welche die Ligninkörper als Rückstand hinterlassen, möchte ich auf eine von C. G. Schwalbe[12]) angegebene, rasch und mit möglichster Schonung der Lignine arbeitende Methode hinweisen. Rauchende

---

[1]) B. bot. Ges. **38**, 361 (1920); **41**, 53 (1923).

[2]) A. Friedrich, M. **46**, 31 (1925).

[3]) Ders., H. **168**, 50 (1927).

[4]) E. Hägglund und H. Urban, C. Ch. **8**, 69 (1927). Vgl. dazu Routala u. Sevón, a. a. O., S. 25, die mit Amylalkohol negative Ergebnisse erhielten.

[5]) A. a. O., S. 11; S. 33, 34. — Vgl. auch B. Holmberg und St. Runius, Svensk Kem. Tidskrift **37**, 189—97 (1925).

[6]) A. a. O., S. 14.

[7]) Vgl. auch die ähnliche Arbeitsweise von Routala und Sevón, a. a. O. S. 25.

[8]) Vgl. K. Kürschner, „Zur Chemie der Ligninkörper" S. 16; Stuttgart 1925.

[9]) Vgl. E. Schmidt B. **54**, 1860, 3241 (1921) u. a.

[10]) K. Kürschner, a. a. O., S. 33.

[11]) Dissertation Brünn, 1926; vgl. auch B. **59**, 2850 (1926).

[12]) C. Ch. **8**, S. 14 (1927).

Salzsäure ruft erfahrungsgemäß sehr starke Verquellung und Verschleimung der Zellulose hervor, beeinträchtigt die Diffussion der Säure in die tieferen Schichten und zieht den Auflösungsvorgang der Zellulose in die Länge. Wenn man hingegen zuerst mit 25%iger, dann mit gewöhnlicher und dann erst mit überkonzentrierter Säure behandelt, so geht Lösung und Filtration der Zellulose glatt und in wenigen Minuten vor sich. Auch Schwalbe bestätigt, was ich schon seinerzeit hervorgehoben habe[1]), daß Zellulose in Form von Filterpapier mit 41 bis 42%iger HCl ungefähr eine Stunde, also viel länger als gewöhnlich angenommen wird, zur Lösung braucht. — Die nach kürzerer Einwirkungsdauer erhaltenen Ligninpräparate sind demgemäß immer zellulosehaltig, die bei längerer Einwirkung entstehenden zum Teil humifiziert[2]). Nach Patenten der Zellstoffabrik Waldhof[3]) soll ein Zusatz von Schwefelsäure die gewöhnliche rauchende HCl des Handels zum Lösungsmittel für Zellulose machen.

Beachtenswert scheint die von W. F. Müller und W. Herrmann[4]) angegebene Herstellung von Naphtalinfiltern aus dem Naphtalinschaum, welcher beim Eingießen einer 5%igen alkoholischen Naphtalinlösung in die doppelte Menge H_2O entsteht und die Filtration der zähflüssigen Ligninsuspensionen ohne Verstopfen ermöglicht. Nach beendeter Filtration wird das Naphtalin auf dem Wasserbade wegsublimiert. — H. Urban[5]) hält die mittels rauchender Salzsäure schonend dargestellten Lignine „für die einzigen Ligninproben, die sich zur wissenschaftlichen Untersuchung eignen"[6]) und verwendet zum Holzaufschluß ein Gemisch von Phosphorsäure (1.7) mit HCl (1.18), eine Methode, die in ähnlicher Weise H. Wenzl[7]) erstmalig veröffentlicht hat.

Auf die interessante Anregung H. Liesers[8]), ein möglichst ligninschonendes Verfahren mit Hilfe biochemischer Methoden (Enzyme aus Bakterien, Pilzen) zu suchen, da bei den in Betracht kommenden physiologischen Vorgängen Polymerisationen nicht zu gewärtigen seien, habe ich mir gestattet[9]), auf Grund meiner Erfahrungen bei holzzersetzenden Mycelpilzen (Merulius lacrymans) dahin zu antworten, daß die Schwierigkeiten der bestechend einfach erscheinenden biochemischen Lignindarstellung nicht unterschätzt werden dürfen: In dem speziellen Falle von Merulius lacrymans z. B. wird neben der, je nach den Ernährungsumständen des Pilzes verschieden weit aufgelösten Zellulose, auch der Ligninanteil ganz erheblich angegriffen und verändert. In einer kurz darauf erscheinenden Abhandlung beschäftigt sich

---

[1]) a. a. O., S. 38.

[2]) Über die Vermeidung dieser Schwierigkeiten vgl. die von mir angegebene Darstellungsmethode (a. a. O., S. 38), welche innerhalb weniger Minuten lichte holzfarbige Lignine liefert.

[3]) Wochenblatt für Papierfabrikation **49**, 2347—2348 (1918).

[4]) Papier-Fabrikant **24**, 185 (1926).

[5]) C. Ch. **7**, 73 (1926).

[6]) Auch A. Hillmer (C. Ch. **6**, 171; 1925) schreibt, „daß das Salzsäurelignin sich gegenüber Phenolen genau so verhält wie das natürliche Lignin, im Gegensatz zu Alkalilignin und Phenollignin".

[7]) Papier-Fabrikant **22**, 101 (1924).

[8]) C. Ch. **7**, 156 (1926).

[9]) C. Ch. **8**, 5 (1927).

C. G. Schwalbe[1]) mit der von Lieser empfohlenen Arbeitsmethode. Er schreibt zusammenfassend u. a. ebenfalls: „Es weicht demnach das Pilzholz erheblich in seiner Zusammensetzung von dem Lignin ab“ [2]).

Die immer wieder auftauchenden neuen Arbeitsverfahren zur Herstellung von Ligninen zeigen, daß die bisherigen im Grunde genommen unbefriedigend sind; die so erzielten Präparate sind als mehrminder nahe Abkömmlinge von Ligninkörpern aufzufassen; doch scheint insbesondere die kurze Behandlung mit hochkonzentrierter HCl in der Kälte, soweit man die Farblosigkeit und die Widerstandsfähigkeit der so erzielten Präparate gegenüber „Lösungsmitteln“ in Betracht zieht, keine tiefer greifenden Veränderungen der als „natürliche“ oder „gewachsene“ Lignine zu bezeichnenden Körperklasse hervorzurufen.

Schließlich wäre zu den Verfahren der ersten Gruppe noch die „Sulfitkochung“ zu zählen, deren Bestreben allerdings nicht darauf gerichtet ist, Ligninkörper darzustellen[3]), sondern durch Herauslösen von Ligninen (mittels schwefeliger Säure unter Druck) die Zellulose der Hölzer zu ihrer großtechnischen Verwendung (Papier, Kunstseide, Sprengstoffe) nutzbar zu machen. Wir streifen hier anschließend dieses und einige andere technische Verfahren, weil die an die Sulfitkochung usw. geknüpften Untersuchungen verschiedene später zu besprechende Ansichten über die Konstitution der Lignine gefestigt haben. Bezüglich der Sulfitkochung, welche keineswegs eine einfache Umsetzung darstellt, hat sich vielfach die auf den Untersuchungen Klasons [4]) beruhende Ansicht durchgesetzt, wonach als Hauptreaktion eine Anlagerung der schwefeligen Säure an die Doppelbindungen der Seitenkette des Koniferylalkohols, bzw. Koniferylaldehyds (vgl. später) stattfindet [5]):

$$R.\cdot CH : CH\cdot CH_2OH + H\cdot SO_2\cdot OH \rightarrow R\cdot \underset{\displaystyle SO_2\cdot OH}{\underset{|}{CH}}\cdot CH_2\cdot CH_2OH.$$

In mehreren Arbeiten berichtet E. Häggl und[6]) über den Auflösungsvorgang der Hölzer bei der Sulfitkochung. Er nimmt Addition des Sulfits an eine Aethylenbindung im Lignin und darauffolgende Hydrolyse der Kohlehydrat-Lignosulfosäure zu Lignosulfosäure und Kohlehydrat an. Er berichtet ferner über den Aufschluß von Koniferenholz bzw. anderer harzreicher, sehr schwer aufzuschließender Hölzer, nach vorhergegangener mehrstündiger Extraktion mit Benzol[7]), worauf C. G. Schwalbe[8]) die schon früher[9]) beobachtete Un-

---

[1]) C. Ch. **8**, 13 (1927).

[2]) Hinsichtlich einer von Th. Lieser jüngst vorgetragenen Isolierungsmethode von Ligninen durch Behandlung des Holzes mit Kupferoxydammoniak vgl. Z. ang. **40**, 1242 (1927); ich versuchte seinerzeit (Dissert. Brünn 1922) vergeblich, Lignin mittels Schweitzerschen Reagenz möglichst schonend freizulegen.

[3]) Vgl. K. Kürschner, a. a. O., S. 23.

[4]) „Beiträge zur chem. Kenntnis des Fichtenholzes“, S. 25 ff. (Berlin 1911).

[5]) Vgl. neuestens P. Klason, B. **61**, 176, (1928).

[6]) Papier-Fabrikant **24**, 449, 483, 775 (1926); Suomen Paperi-ja Puutuvaralehti. Nr. 9 (1926).

[7]) C. Ch. **8**, 25 (1927).

[8]) C. Ch. **8**, 66 (1927).

[9]) Wochenblatt für Papierfabrikation **57**, 27—37; 1926.

möglichkeit, durch technische Kochung des Kiefernholzes zu brauchbaren Endprodukten zu gelangen, zum Teil an Hand Hägglunds eigener Versuchsergebnisse neuerdings betont[1]). J. Hausen[2]) behandelt eine große Anzahl in- und ausländischer Patentschriften und Veröffentlichungen, denen der Gedanke zugrunde liegt, Na oder andere Alkalien (einschließlich NH_3) als Base der Sulfitlauge anzuwenden. Bemerkenswert ist das sogenannte „Keebra-Verfahren"[3]), dessen Grundlage die Kochung mit neutralem Alkalisulfit bildet. Die Vorteile dieser Methode bestehen in einer Zellstoffausbeute von ungefähr 60% langfaserigen, leichtbleichbaren Materials und in der Möglichkeit, die Ablaugen, welche hier weniger Zersetzungsprodukte enthalten, bis zu 5 mal erneut zu Kochungen verwenden zu können[4]). Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hängt von der Wiedergewinnung des zum Holzaufschluß angewandten Sulfites ab. — Bezüglich der lästigen Ablaugen, deren eventuelle technische Verwertung nicht zum wenigsten das vielseitige Interesse an dem Ligninproblem ausgelöst hat, schreibt C. G. Schwalbe[5]) vor kurzem: „Es kann demnach nur eine Verwertung durchgreifenden Erfolg haben, bei welcher unbegrenzte Mengen des Erzeugnisses vom Weltmarkt aufgenommen werden können. Dies ist der Fall, wenn man die organische Substanz der Sulfitzellstoff-Ablauge in Kohle verwandelt." „Man kann gegenwärtig aus 1 cbm Sulfitablauge normaler Konzentration 70 kg einer Kohle von 5000 Kalorien Heizwert erhalten, ohne eindampfen zu müssen." — Ich möchte hier nur hervorheben, daß sich für die Verbrennung der Sulfitablauge „übrigens durchaus nicht alle Techniker begeistern" [6]). —

Die bisher trotz aller unzähligen Patente[7]) noch unverwertbaren Sulfitablaugen haben zu Versuchen geführt, den Sulfitkochprozeß durch andere einfache und billige Zellulosegewinnungsverfahren zu ersetzen. Unter den der Technik zur Verfügung stehenden Mitteln kommt z. B. die Salpetersäure, für welche die atmosphärische Luft eine unerschöpfliche Quelle darstellt, in Betracht. Die Darstellung des Zellstoffes aus verholzten Fasern mit Hilfe von Salpetersäure ist ein altbekanntes Verfahren, welches hauptsächlich an dem Mangel eines gegenüber Salpetersäure genügend widerstandsfähigen Gefäßmaterials scheiterte. P. Krais[8]) hat das Verfahren neuerdings zur Aufschließung von Schilf- und Grassorten herangezogen. Routala und Sevón haben anschließend daran die Möglichkeiten einer technischen Durchführung des Verfahrens bei Hölzern[9]) geprüft und stellen fest, daß eine Wiedergewinnung der beim Ligninabbau auftretenden Reduktionsprodukte der Salpetersäure (NO, NH_3, N_2) wegen deren

---

[1]) Vgl. dazu die jüngst erschienene Erwiderung Hägglunds C. Ch. **8**, 111; 1927.
[2]) Ref. C. Ch. **8**, 23, 35 (1927).
[3]) D. R. P. 375053 (1923), vgl. auch J. Hausen, Papierfabrikant **24**, 691, 709, 722 (1926).
[4]) Vgl. auch M. Q. Bray und C. E. Peterson, Ind. Eng. Chem. **19**, 371; 1927.
[5]) Z. ang. **40**, 1174 (1927).
[6]) A. Schrohe, s. nächste Fußnote.
[7]) A. Schrohe, „Die Verwertung der Zellstoffablaugen", Berlin 1925; vgl. auch E. Hägglund „Über Fortschritte auf dem Gebiete der Zellulose- und Holzstoffabrikation in den letzten Jahren", Z. ang. **41**, 6—14 (1928).
[8]) D. R. P. 391 713, 395 191, 395 192.
[9]) C. Ch. **7**, 114 (1926).

großen Verdünnung wirtschaftlich kaum durchführbar ist und die gleichzeitige Entstehung von Blausäure[1]) die Möglichkeit der technischen Auswertung des Salpetersäureprozesses in Frage stellt. Der Ausbeute und Güte nach war der Salpetersäure-Zellstoff mit dem Sulfitzellstoff vergleichbar. „Die Hauptreaktionen der Holzaufschließung mit Salpetersäure sind die Oxydation der Seitenkette des Koniferylkomplexes und die Nitrierung des aromatischen Kernes der Inkrusten." P. Krais und Mitarbeiter beschreiben vor kurzem neuere Versuche[2]) zur Erprobung des Salpetersäure-Aufschlußverfahrens bei Schäl- und Hackspänen usw. — H. Suida und H. Sadler stellten beim Buchenholz-Aufschluß fest[3]), daß ein Zusatz von Schwefelsäure zur Salpetersäure ungemein reaktionsbeschleunigend wirkt. — Nach P. Nowak[4]) spielt sich Reaktion zwischen Holz und Salpetersäure nur zwischen Nichtzellulose und der Säure ab, während die Zellulose als unveränderter Rückstand abgetrennt werden kann. An Abbauprodukten der Nichtzellulose wurde 0,85% Blausäure, 3,63% CO_2, 0,79% CO, 4,71% Oxalsäure und 4,75% Essigsäure gefunden. Abbauprodukte mit größeren Molekülen konnten nicht sicher identifiziert werden. —

Nowak hat anschließend an die zum Teil bereits in der Technik verwendeten Chloraufschlußverfahren[5]) die Einwirkung von Chlor, sowohl in gebundenem als auch in freiem Zustande geprüft und hält das Verfahren für weiche Hölzer (Pappel) brauchbar. Der größte Teil des Cl wirkt auf die Lignine oxydierend und führt sie in wasserlösliche Produkte über. H. Wenzl[6]) stellt fest, daß die großtechnische Auswertung der Chloraufschlußverfahren von Hölzern bisher undurchführbar sei, und hebt hervor, daß Chlor auch in großem Überschluß angewandt, kaum tiefer als 6 mm in der Faserrichtung und 1½ mm gegen die Faserrichtung in das Holz eindringe. Höhere Temperatur und Druck können die Tiefenwirkung nur unerheblich steigern. Die entstehende Salzsäure wirkt nicht nur chemisch, sondern auch im physikalischen Sinne ungünstig, da sie Quellung verursacht. — Andere, zwecks Freilegung der Zellulose von Hölzern verwendete Oxydationsmittel (Peroxyde, K-Permanganat, K-Bichromat) greifen[7]), wie von vornherein anzunehmen war, sowohl den Zellulose-, als auch den Ligninanteil an.

Ebenso wie bei allen anderen Einzelfragen hinsichtlich der EIGENSCHAFTEN DER LIGNINE herrschen auch bezüglich ihrer Bindung im Holze verschiedene Ansichten. Während Wislicenus die gegenseitige Durchwachsung der beiden Hauptbestandteile des Holzes überzeugend dargetan hat, sind andere Forscher von der chemischen Bindung „des Lignins" an Zellulose überzeugt, wobei wiederum verschiedene Anschauungen vertreten werden. Früher wurden in diesem Sinne Hölzer als Ester („Lignozellulose"), heute meist

---

[1]) Über quantitative Bestimmungen der gasförmigen Abbauprodukte vgl. E. C. C. Baly und J. C. Chorley „Über die Einwirkung von Salpetersäure auf Lignozellulosen". B. **28**, 922 (1895).

[2]) Papier-Fabrikant **25**, Fest- und Auslandsheft 43 (1927).

[3]) Ebenda Seite 93.

[4]) Dissertation Berlin T. H. 1926.

[5]) Vgl. P. Waentig und W. Gierisch, Textilforschung **2**, 69—79; 1920.

[6]) Papier-Fabrikant **24**, 809; 1926.

[7]) Vgl. P. Nowak, a. a. O.

als Glukoside (im speziellen Falle Azetale) angesehen, wobei Zellulose in beiden Fällen die Rolle des Alkohols spielen soll. Begründet wird diese Anschauung damit, daß die Freilegung von Ligninen durchwegs an hydrolytische Prozesse geknüpft sei. Es ist — wie schon erwähnt — nicht unwahrscheinlich, daß diese hydrolytischen Angriffe in erster Linie Pentosen abbauen[1]) (da Pentosen in den entstehenden Lösungen in reichlicher Menge festgestellt wurden) und die Tiefenwirkung der verschiedenen „Lösungsmittel" in dem gelockerten Zellulose-Ligninverband begünstigen. Wenn auch die sich unter dem Mikroskop erweisende Formerhaltung der zurückbleibenden Gewebe nicht unbedingt gegen eine chemische Bindung der Zellulose an Lignine spricht, da die Verseifung etwa eines Lignin-Zelluloseesters nicht notwendigerweise mit einer Änderung des Aussehens der organisierten Substanz verknüpft sein müßte[2]), so lassen sich m. E. doch andere Momente gegen die chemische Bindung von Zellulose und Ligninen ins Treffen führen. Das ist die Oxydation des Holzes mit H_2O_2 bei Gegenwart von 2% NH_4OH. Hierbei werden die Lignin-körper vollständig zu niedrigmolekularen löslichen Verbindungen (niedere Fettsäuren, Oxalsäure usw.) oxydiert, die Zellulose bleibt unter völliger Formerhaltung der Gewebe[3]) zurück[4]). Hier müßte demnach die Spaltung eines Azetals oder Esters vorangehen. Da aber Azetale selbst gegen siedende Alkalien, und gegen Oxydationsmittel sehr widerstandsfähig sind, so kann offenbar ein „Zellulose-Ligninazetal" nicht vorliegen. Auch die Spaltung eines etwa vorhandenen Lignin-Zelluloseesters durch 2% Ammoniak in der Kälte ist aus verschiedenen Gründen unwahrscheinlich[5]). — Wenn man noch die Beobachtung Liesers[6]) in Betracht zieht, daß Zellulose durch Behandlung mit einer gesättigten Lösung von Rhodankalzium in der Hitze (unter gleichzeitiger Zersetzung der Inkrusten) aus dem Holz herausgelöst wird, so deutet dies ebenfalls auf die mechanische Bindung zwischen Zellulose und Ligninen. Auch die Möglichkeit, Lignine mit neutralen Sulfiten allein aus Hölzern (z. B. Pappel, Birke, Espe) herauszulösen[7]), spricht für deren bloße Durchwachsung mit Zellulose[8]).

Außer diesen experimentellen Gründen sprechen aber auch theoretische Erwägungen gegen die Glukosidnatur des Holzes. „Holz" als Glukosid aufzufassen[9]), darin Lignin als „Karbonylkomponente" mit Zellulose als Alkohol azetalartig vereinigt, würde die Durchführbarkeit einer Spaltung in Kohlehydrat

---

[1]) Vgl. Salkowski, J. pr. **104**, 259 (1922).

[2]) Wie dies z. B. das fast gleichartige Aussehen von Zellulosebenzoat und daraus regenerierter Zellulose zeigen.

[3]) Vgl. die Mikrophotographien in König und Rump, „Chemie und Struktur der Pflanzenzellmembran". Berlin 1914, Tafel 1, Fig. 2; Tafel 2, Fig. 7; Tafel 3, Fig. 10; Tafel 4, Fig. 14; Tafel 5, Fig. 18; Tafel 7, Fig. 27.

[4]) Offenbar hat J. König (B. Ch. **2**, 238; 1921) den Satz, „daß alle Zellmembrane Lignin enthalten und daß sich dieses mechanisch von der Zellmembran abtrennen läßt" nicht völlig aus der Luft gegriffen.

[5]) Vgl. die Resistenz der Hölzer bei der Mazeration mit starkem, heißem Ammoniak nach O. Richter, Öst. bot. Zeitschr. 1900, Nr. 1.

[6]) C. Ch. **7**, 157; 1926.

[7]) J. Hausen, a. a. O.

[8]) Vgl. Steingroever, C. Ch. **8**, 38 (1927).

[9]) B. Holmberg und St. Runius, Svensk Kemisk Tidskrift **37**, 189—97 (1925).

und Aklykon zur Voraussetzung haben. Unter Aufnahme von Wasser müßte, wie bei anderen Glukosiden, der restlose Zerfall in die beiden Komponenten erfolgen. In Wirklichkeit führen selbst mehrmals aufeinanderfolgende Kochungen des jeweils verbliebenen, unlöslichen Holzrückstandes nicht zum Ziele[1]). — Betrachten wir nun den Rückstand und das „lösliche Lignin". Der Rückstand enthält, abgesehen von aromatischen Anteilen, unlösliche Abbau- und Humifizierungsprodukte der verschiedenen polymeren Kohlehydrate und stellt etwas durchaus anderes dar, als unverändertes Holz + unveränderter Zellulose. (So ist z. B. der Pentosangehalt von 9% auf 0 gesunken). Über den in „Lösung" gegangenen Anteil hat u. a. Hägglund[2]) von dem früher erwähnten Holmbergschen Standpunkt ausgehend, nähere Angaben gemacht. Er leitete dafür auf Grund von Elementaranalysen, Methoxyl- und MG.-Bestimmungen verschiedene Formeln ab, die dartun sollen, daß ein und dasselbe „Lignin" durch seine Karbonylgruppe mit dem jeweils als Lösungsmittel verwendeten Alkohol während des Herauslösens eine halbazetalartige Bindung eingeht und lösliche „Ligninazetale" liefert.

Die M G. - B e s t i m m u n g e n sind aber bei amorphen, höhermolekularen Körpern immer mit einer gewissen Reserve zu betrachten und reichen allein keineswegs aus, „die wirkliche Zerteilungsform und damit das „Molekulargewicht" des Stoffes sicherzustellen"[3]). Wir sehen im vorliegenden Falle nicht nur, daß die einzelnen Präparate untereinander abweichende Werte ergeben[4]), auch scheinbare Assoziationen im Sinne des früher Gesagten zeigen sich bei Verwendung anderer Lösungsmittel[5]) zur Kryoskopie. Aus den erwähnten Elementaranalysen werden Formeln für das „Amyl-," „Butyl-" und (unter Heranziehung der Holmbergschen o. e. Veröffentlichung) für das „Äthyl-Lignin" abgeleitet. Wie man aus der in der Fußnote angeführten Nebeneinanderstellung ersehen kann, können auch ganz andere und in ihrer Übereinstimmung zwischen gefundenen und berechneten Prozentsätzen und namentlich Molekulargewichten, mitunter viel näherliegende Formeln aufgestellt[6]) und entsprechend interpretiert werden. Es braucht nicht

[1]) Ob Druckversuche mit Alkohol + HCl erfolgreicher sind, wurde meines Wissens noch nicht festgestellt.

[2]) C. Ch. 8, 69 (1927).

[3]) Vgl. P. Karrer („Polymere Kohlehydrate", Leipzig 1925; S. 3), welcher anschließend schreibt: „Verf. hat diesen Gesichtspunkt in der Chemie der polymeren Kohlehydrate wiederholt vertreten und auf Fälle aufmerksam gemacht, wo die durch die Gefrierpunktsdepression ermittelten Molekulargrößen ein offensichtlich unrichtiges Bild ergeben. Handelt es sich um amorphe Stoffe, so ist das Mißtrauen im erhöhten Maße berechtigt. Leider ist diesen Warnungen bisher wenig Beachtung geschenkt worden."

[4]) „Amyllignin" I in Eisessig kryoskopiert 301,0—308,8
„Amyllignin" II „ „ „ 340—341
„Butylignin" „ „ „ 247—261.

[5]) „Amyllignin" I in Phenol kryoskopiert 772—815.

[6])

	C	H	O	$CH_3.O$	$C_4H_9.O$*)	M. G.
„Butyllignin" gefunden .	66,02	5,75	28,23	9,62	16,04	247—61
Berechnet nach Hägglunds Formel $C_{21}H_{22}O_7$ . . .	65,28	5,70	29,02	8,03	18,91	386
Berechnet nach der Formel $C_{19}H_{20}O_6$.	66,28	5,81	27,91	9,01	21,22	344

*) Über die Ungenauigkeit der Methodik vgl. Holmberg und Runius, a. a. O.

hervorgehoben zu werden, daß alle „Bruttoformeln" solcher nicht kristallisierter, uneinheitlicher[1]) Produkte in der Luft schweben. — Auch von anderen vorgenommene neuere M.G.-Bestimmungen geben demgemäß sehr wechselnde Zahlen. A. Friedrich[2]) hat durch Eintragen seines „löslichen Lignins" in siedendes Chloroform einen löslichen und einen unlöslichen verharzenden Anteil erhalten und glaubt aus M.G.-Bestimmungen und Behandlung mit alkoholischer Bromlösung auf eine Enolform des „löslichen Lignins" mit dem M.G. 650 und eine Ketoform mit dem doppelt so großen M.G. schließen zu dürfen. Routala und Sevón finden bei der M.G.-Bestimmung ihres hydrierten, „Nadelholz-Primärlignins" die Zahl 638—931. Usw. Bei manchen Werten mögen auch noch Veränderungen der Präparate durch das Lagern mitspielen, wie sie sogar bei den Ausgangsstoffen, den Hölzern, vorkommen und zu Mißverständnissen Anlaß geben[3]).

Was die nicht durch Darstellungsmethoden sondern schon von Natur aus vorhandene Verschiedenartigkeit der Lignine anlangt, von welcher ich mich insbesondere durch das sehr wechselnde Verhalten derselben bei der Sublimation überzeugt habe, liegen darüber aus der letzten Zeit eine Reihe von Veröffentlichungen vor. W. J. Powell und H. Whittacker[4]) stellten fest, daß die aus mannigfachen Holzarten erhaltenen Lignintypen sich durch die verschiedene Anzahl von OCH_3-Gruppen unterscheiden. G. J. Ritter[5]) fand in Mikrotomdünnschnitten zwei Lignine: ein strukturbesitzendes aus den Mittellamellen mit 11 bis 13% OCH_3 und ein mengenmäßig zurücktretendes amorphes, fast schwarzes, aus den Zellwänden stammendes Lignin mit 4.3 bis 4.8% Methoxyl. In einer späteren Arbeit[6]) stellte Ritter fest, daß Frühjahrsholz durchweg mehr

	C	H	O	$CH_3.O$	$C_5H_{11}.O$	M. G.
„Amyllignin" gefunden .	65,88	5,97	28,15	7,89	20,21	301 u. 341
Berechnet nach Hägglunds Formel $C_{22}H_{24}O_7$ . . .	66,00	6,0	28,0	7,75	21,75	400
Berechnet nach der Formel $C_{19}H_{21}O_6$.	66,08	6,09	27,83	8,98	25,2	345
	C	H	O	$CH_3.O$	$C_2H_5.O$	M. G.
„Äthyllignin" gefunden (Holmberg)	64,6	6,3	29,1	10,4	13,1	?
Berechnet nach Hägglunds Formel $C_{19}H_{22}O_7$ . . .	62,98	6,08	30,94	8,56	12,43	362
Berechnet nach der Formel $C_{18}H_{21}O_6$	64,86	6,31	28,83	9,31	13,51	333

[1]) A. Friedrich (H. **168**, 61; 1927) führt an, daß der Gesamtwert für Äthoxyl und Methoxyl nicht bei jedem Präparate gleich ist, da nur eine teilweise Veresterung in Frage kommt, daher der Äthoxylgehalt schwanke.

[2]) H. **168**, 50 (1927).

[3]) Vgl. C. G. Schwalbe, Papier-Fabrikant, Festheft 1926, S. 38.

[4]) J. Chem. Soc. **127**, 132 (1925). Vgl. dazu M. Phillips „J. Am. Chem. Soc. **49**, 2037 (1927).

[5]) Ind. Eng. Chem. **17**, 1194 (1925).

[6]) Ibid. **18**, 608 (1926).

Lignin und weniger Zellulose enthält als Herbstholz, wogegen E. Häggl und[1]) angibt, daß die Zusammensetzung des Frühlings- und Herbstholzes beinahe die gleiche sei. Auch M. M. Mehta[2]) beschreibt zwei verschiedene Ligninformen im Holze, eine direkt mit Alkohol extrahierbare[3]) und eine im Überschuß vorhandene, an alkalilösliche Polysaccharide gebundene. — T. Lieser[4]) vertritt ebenfalls die Ansicht des Vorhandenseins verschiedener Ligninkörper: „Mit großer Sicherheit darf heute gesagt werden, daß Lignin im Gegensatz zu Zellulose kein chemisches Individuum darstellt, also eine einheitliche Konstitutionsformel nicht besitzt". Routala und Sevón[5]) glauben die Unterschiede der einzelnen Anteile der Lignine hinsichtlich deren Löslichkeit und Elementarzusammensetzung „auf das Vorhandensein quantitativ und eventuell auch qualitativ abweichender Substituenten und hauptsächlich auf die verschiedenen Polymerisationsstufen" zurückführen zu können. Die Neigung zur Polymerisation ist nach E. Häggl und[6]) „eine immer wieder festgestellte Eigenschaft des Lignins oder der Lignin-Verbindungen". Auch H. Pringsheim[7]) hebt hervor, daß wir es bei den biologisch wichtigen Naturstoffen nicht mit hochmolekularen Verbindungen im Sinne einer in langen Ketten ausgezogenen Strukturmolekel, sondern mit Polymerisations- und Assoziationsprodukten relativ niedrigmolekularer Grund- und Elementarkörper zu tun haben. — Die Molekulargröße hängt mit den Löslichkeitsverhältnissen der Lignine zusammen. Wie ich schon früher hervorgehoben habe, handelt es sich hierbei um keine Lösung im physikalischen Sinne, sondern um eine mehr oder minder weitgehende Dekomposition des Ligninmaterials durch das Lösungsmittel. Dies geht aus der neben dem „Lösungsmittel" gleichzeitig zu verwendenden Säure oder dem Halogen, von A. Hillmer[8]), der hier eingehende Untersuchungen vornahm, „Katalysatoren" genannt, hervor[9]). Neben den „Phenolligninen" gehört auch das „Merolignin" Küsters[10]) hierher; es stellt farblose Nadeln mit dem Fp. 205 bis 206° dar und besitzt die Formel $C_{22}H_{14}O$[11]). — Schon früher habe ich die Leichtlöslichkeit von Ligninen in Trichloressigsäure hervorgehoben, deren Fällung mit Wasser in Alkali ebenfalls leicht löslich ist und — wie sich vor kurzem erwies — bei milder Alkalikochung u. a. Vanillin liefert. Über die mutmaßliche Ursache der Auflösung von Ligninen bei der Sulfitkochung wurde

---

[1]) Suomen Paperi-ja Puutuvaralehti Nro. 20, 524 (1926).
[2]) The Biochem. J. **19**, 958 (1925).
[3]) Dieses stellt eine braune, amorphe, nach Vanillin riechende Substanz dar.
[4]) C. Ch. **7**, 156 (1926). — Vgl. auch H. Ditz und R. May, J. pr. **115**, 210 (1927).
[5]) a. a. O. S. 15.
[6]) C. Ch. **8**, 69 (1927).
[7]) Naturwissenschaften **13**, 1084 (1925).
[8]) C. Ch. **6**, 169 (1925).
[9]) An anderer Stelle (J. pr., erscheint demnächst) schrieb ich: „Ob diese Ligninabkömmlinge, wie sie zahlreiche organische Lösungsmittel bei entsprechend hoher Temperatur und mehrstündiger Behandlungsdauer (insbes. unter Zusatz von „Katalysatoren") in ähnlicher Weise liefern, uns irgendwelche Aufschlüsse zu geben imstande sind, möchte ich aber wegen des unkontrollierbaren, durch die Versuchsbedingungen besonders geförderten chemischen Mitwirkens der „Lösungsmittel" bei der Hitzedesaggregation der Lignine doch bezweifeln."
[10]) H. **149**, 150 (1925). [11]) Vgl. die Berichtigung Küsters H. **170**, 44 (1927).

schon gesprochen. Die früher mehrfach geäußerte Annahme, daß aldehydische Gruppen (die jedenfalls nur infolge von Oxydationen alkoholischer vorhanden sind, s. u.) mit dem Bisulfit reagieren, scheint durch die schon angedeutete Möglichkeit der Verwendung neutraler Sulfite gegenstandslos zu werden. Mit Berechtigung sagen Routala und Sevón[1]: „Es scheint sich hier um einen ganz anderen Vorgang zu handeln als um eine einfache Addition des Sulfits an eine Karbonylgruppe." Das „lösliche Lignin" weist kein Additionsvermögen gegenüber sauren Sulfiten auf. — Die bei der Sulfitkochung angenommene Anlagerung von schwefeliger Säure an Doppelbindungen legt die Frage nach anderen Beweisen für deren Vorhandensein nahe. Neben dem schon oben Gesagten wäre hier die folgende Beobachtung zu nennen. Wenn man nach Routala und Sevón die Chloroformlösung des „Primärlignins" mit einer Lösung von N_2O_3 in Chloroform versetzt, so fällt ein N-haltiger rotbrauner Niederschlag aus, welcher als Nitrosit, durch Anlagerung von N_2O_3 an die Doppelbindung entstanden, aufgefaßt wird.

Über Hydroxylgruppen in Ligninen liegen ebenfalls eine Anzahl neuerer Mitteilungen vor, die zumeist untereinander zahlenmäßig differieren, was m. E. (ebenso wie die verschiedenen M. G.) neben Verunreinigungen durch anhaftende Kohlehydrate, auf die verschiedenen Polymerisationsgrade der untersuchten Ligninpräparate zurückzuführen ist. So finden Powell und Whittacker[2] in Flachslignin neben einer aktiven Aldehydgruppe 9 Hydroxyle, von welchen sich vier in methyliertem Zustand befanden. — Freudenberg und H. Heß[3] stellten in einem nach Urban[4] isolierten Fichtenlignin 5 freie OH-Gruppen, davon 4 aliphatischer oder hydroaromatischer Art und eine aromatischer Natur fest. Hägglund [5] äußert sich wie folgt: „Der größte Teil des Lignins kommt im Holze in einer Form vor, die einem M. G. von rund 315 entspricht. Dieses Lignin enthält außer einem Karbonyl eine Methoxyl- und drei freie Hydroxylgruppen." Dies wird[6] in Bälde auf zwei Hydroxylgruppen richtiggestellt usw.

Ähnliche Überlegungen gelten für den Methoxylgehalt der Lignine, welcher bei den verschiedenen untersuchten Ligninpräparaten bedeutende Schwankungen aufweist. In gewachsenen (harzfreien!) Ligninen läßt er sich nur annähernd angeben, da hier der OCH_3-Gehalt der Pektinstoffe mitspielt. Unter der Annahme eines polymeren Koniferylalkohols als Grundstock des meist untersuchten Fichtenlignins, läßt sich sein Höchstwert zu 17,21% angeben. Die Methoxylzahlen untersuchter Ligninpräparate liegen zirka 3% unterhalb dieses Wertes, was in Anbetracht ihrer Verunreinigungen und der teilweisen Abspaltung von OCH_3 bei der Darstellung (sogar beim Kochen des Holzes mit H_2O entweicht Methylalkohol[7]), vgl. Bergström, nach Papier-Fabrikant 8, 506—508; 1920) von Ligninen nicht Wunder nimmt.

---

[1]) a. a. O. S. 16.
[2]) a. a. O.
[3]) Ann. 448, 121 (1926).
[4]) S. o.
[5]) C. Ch. 8, 71 (1927).
[6]) Ibid., S. 104.
[7]) Allerdings wahrscheinlich auf Pektine zurückzuführen.

Auf das Nichtvorhandensein von Azetylgruppen im Lignin und die mutmaßliche Entstehung der bei verschiedenen Umsetzungen von Hölzern festgestellten Essigsäure durch Oxydation der Seitenkette des Koniferylalkohols habe ich schon seinerzeit hingewiesen [1]). A. Hillmer [2]) schließt aus Versuchen, „daß Phenollignin kein Azetyl mehr enthält".

Daß aktives Karbonyl in Ligninen nur in zahlenmäßig zurücktretender Menge vorkommt, wurde schon kurz angedeutet. Es geht dies jetzt u. a. auch aus der Tatsache hervor, daß nach einer von H. Strache und A. Brandel [3]) angegebenen Methode bei Hölzern und Ligninen nur unter 1% Karbonylsauerstoff nachzuweisen ist [4]). Die Bestimmung des Karbonylsauerstoffes geschieht mit Hilfe überschüssigen Phenylhydrazins, welches mit der Karbonylgruppe unter Hydrazonbildung reagiert und dessen Überschuß mittels Fehlingscher Lösung sodann zu H_2O, Benzol und N_2 oxydiert wird, worauf der Stickstoff gasvolometrisch gemessen wird. Trotz der geringen Menge aktiven Karbonyls werden die typischen Farbenreaktionen der Hölzer mit Phenolen und aromatischen Aminen in saurer Lösung meist auf die Karbonylgruppe in Ligninen zurückgeführt [5]). Diese Farbenreaktionen finden wir in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen immer wieder aufgezählt und vervollständigt. Ohne Zweifel sind an diesen Färbungen nur geringe Mengen Holzes beteiligt [6]), wie auch aus einer jüngst veröffentlichten Arbeit von E. Hägglund und T. Johnson [7]) hervorgeht [8]), und sich weiters daraus folgern läßt, daß die verholzte Membran durch die verschiedenartigsten Chemikalien ihre Eignung, Farbenreaktionen zu geben, einbüßt, ohne sich dabei in ihren Eigenschaften wesentlich zu ändern. So verschwinden z. B. die Farbenreaktionen beim Bleichen von Jute, hydriertes Holz gibt keine Wiesnersche Reaktion mehr, wiewohl nur unbedeutende Gewichtsänderungen eintraten. Wahrscheinlich sind die in geringem Maße vorhandenen Träger von Karbonylgruppen und nicht Doppelbindungen als Ursache der Farbenreaktionen von Hölzern anzusehen. Wenn Routala und Sevón [9]) gegen die Annahme der Karbonylgruppe die positive Wiesnersche Reaktion der durch Salpetersäureaufschluß gewonnenen Präparate geltend machen, so scheint mir gerade dieses Moment für die Karbonylgruppen (durch Oxydation der Koniferylseitenkette als Zwischenprodukt entstanden:

$$R \cdot CH = CH \cdot CH_2OH \rightarrow R \cdot CHO + CH_3 \cdot COOH.$$

zu sprechen [10]). In der Tat äußern sich die beiden Autoren auch an anderer Stelle [11]):

---

[1]) „Zur Chemie der Ligninkörper", S. 57—62.

[2]) C. Ch. **6**, 186 (1925).

[3]) B. Ch. **7**, 341—344 (1926). Zellulose ergibt 0%, Braunkohle 5% und Anthrazit 1% CO-Sauerstoff.

[4]) H. Strache und R. Harnoncourt, Brennstoffchemie **5**, 350 (1924).

[5]) K. Kürschner, a. a. O., S. 65 ff.

[6]) Vgl. schon W. C. Hancock und O. W. Dahl, Bd. **28**, 1563 (1895).

[7]) Bioch. **187**, 98; 1927.

[8]) 2 g Fichtenholz nahmen während 12stündiger Behandlung bei Zimmertemperatur aus einer Lösung von 1,0 g Guajakol in 50 cc n/20 HCl nur 0,006 g Guajakol auf.

[9]) a. a. O., S. 15.

[10]) Im übrigen gibt HNO_3 mit Phlorogluzin — HCl eine deutliche Rotfärbung.

[11]) C. Ch. **7**, 116 (1926).

„Im Vanillin ist es uns endlich gelungen, einen Körper zu finden, der genau dasselbe Verhalten (gegenüber HNO_3, d. Verf.) zeigt wie Lignin." Auch die negative Wiesnersche Reaktion von „Hydrolignin", trotz der durch Bromaddition nachgewiesenen Erhaltung der Äthylenbindung, dürfte ebenfalls für aktives CO in nicht hydrierten Ligninen sprechen. Eine Inaktivierung der Karbonylgruppe in den verschiedenen „Phenolligninen" scheint nicht in Frage zu kommen [1]), die positive Wiesnersche Reaktion dieser Präparate spricht daher nicht gegen die Karbonylgruppe als Träger der Farbenreaktionen. Auf das Vorhandensein der Karbonylgruppe deutet auch die von mir festgestellte Reduktionswirkung von Ligninen auf die photographische Platte [2]). Koniferin selbst zeigt nach einwöchiger Berührung mit der photographischen Schicht (bei 35° C) nur sehr schwache Einwirkung. — Die besondere Intensität der Farbenreaktionen geht offenbar auch auf kolloidchemische Momente zurück; es müssen bei verschiedenen einwirkenden Reagentien naturgemäß nicht immer dieselben Ligninspaltkörper sein, welche Farbenreaktionen geben, bzw. sie beeinflussen. Über ein neues Ligninreagens, eine Lösung von Phosphorwolframsäure + Phosphormolybdänsäure in Phosphorsäure, das bei Gegenwart von Na_2CO_3 mit Ligninen eine intensive Blaufärbung ergibt und sich für eine kolorimetrische Mikrobestimmung verwenden läßt, berichtet M. M. Mehta[3]). —

Die Farbenreaktionen der Lignine weisen aber auf die KONSTITUTION derselben in geringerem Maße (direkt) hin, als dies früher meist (namentlich seitens der Botaniker) angenommen wurde. Trotzdem kann es nach den gewonnenen Erfahrungen keinem Zweifel unterliegen, daß die mutmaßlichen Träger der Reaktionen: Vanillin oder Koniferin, mit dem Ligninkomplex in engstem Zusammenhange stehen. So scheinen die verschiedenen als „lösliches Lignin", „Primärlignin", „Äthyllignin" usw. bezeichneten Präparate mehr minder verunreinigte, zum Teil mit dem betreffenden Lösungsmittel in Reaktion getretene niedere Polymerisationsstufen des Koniferylalkohols zu sein. Ich möchte dabei nicht in den o. e. Fehler verfallen, in die Bruttoformeln nicht einheitlicher Substanzen Werte hineinzulegen, die de facto nicht vorhanden sein mögen, doch scheinen die zahlreichen anderen, schon 1925 von mir geltend gemachten Momente, die für Koniferin als den wichtigsten Ligninbaustein sprechen, im Verein mit einer bemerkenswerten Ähnlichkeit der experimentell festgestellten und der vorausgesagten Werte [4]), meine damals aufgestellte Koniferinhypothese sehr wesentlich zu stützen. —

Routala und Sevón[5]) sagen diesbezüglich: „Im übrigen scheint die Kürschnersche Auffassung des Lignins als eines polymeren Koniferins sehr einfach und verlockend und hält auch dem vorhandenen Tatsachenmaterial in vielen Hinsichten Rechnung." Die mir darauffolgend verabreichte bittere Pille: „Widersprüche treten auf, wenn man die Bindungsverhältnisse des Lignins im Holze in Augenschein nimmt", wobei die Autoren sich für die chemische

[1]) Vgl. E. Hägglund und H. Urban C. Ch. **8**, 69 (1927).

[2]) a. a. O., S. 48.

[3]) Bioch. J. **19**, 958, 979 (1925).

[4]) Vgl. K. Kürschner, „Zur Chemie der Ligninkörper", S. 100.

[5]) a. a. O., S. 20.

Bindung von Ligninen an Zellulose einsetzen, weise ich aber zurück, denn diese chemische Bindung ist nach dem oben Gesagten überaus unwahrscheinlich. Ich möchte deshalb der Meinung der beiden Verfasser[1]: „Daß in den Säureligninen nur Kondensationsprodukte des aromatischen Anteiles des Koniferins vorhanden sind. Kohlehydrate könnten höchstens als eine Verunreinigung darin vorliegen" nicht beistimmen, wenngleich die durch Humifikation und teilweises Verschwinden des Zuckeranteils, insbesondere bei wenig schonender Darstellung hervorgerufene Anreicherung an aromatischem Aglykon sehr erheblich sein kann, wie auch die Analysenwerte solcher Lignine zeigen.

Die Frage des Zuckergehaltes in Ligninen ist sehr umstritten. In einer Reihe von Veröffentlichungen[2] glaubte W. Fuchs verschiedene ihm auffallende Erscheinungen bei der „Verzuckerung" von Hölzern nicht anders als durch Annahme von ca 25% „Hexalkomplexen" im Ligninanteil des Holzes deuten zu können. Da ich in einer in Bälde erscheinenden, bereits abgeschlossenen Arbeit diese vermeintlichen Hexalkomplexe auf Grund meiner Untersuchungen des näheren kennzeichnen möchte, so kann ich mich hier ganz kurz fassen. Fuchs geht von gleichen Mengen einerseits gewöhnlichen, andererseits mit Benzoylwasserstoffperoxyd oxydierten Holzes aus, die beide der Hydrolyse unterzogen werden, wobei Unterschiede in der Zuckerausbeute festzustellen sind, und das Mehr an Zucker im oxydierten Holze auf die vermeintlichen Hexalkomplexe zurückzuführen versucht wird. In Wirklichkeit wurde das relative Verhältnis von Zellulose: „Lignin" (wegen der Zerstörung eines Teiles des gegen Oxydationen sehr empfindlichen „Lignins" durch das gewaltsam wirkende Oxydans[3]) im oxydierten Holze derart zugunsten der Zellulose verändert, daß ein Mehrwert an Zucker bei der nachfolgenden Hydrolyse des oxydierten Holzes gegenüber dem unoxydierten selbstverständlich erscheint. Daß die vermeintlichen Hexalkomplexe auch aus anderen, z. B. stöchiometrischen Gründen unmöglich sind, möchte ich hier nur andeuten. Die von Hägglund[4] durch oftmalige Hydrolyse von Ligninen (welche innerhalb weniger Minuten durch Behandlung mit rauchender HCl und darauffolgender Filtration durch Sand dargestellt wurden) erhaltenen Reduktionen von Fehlingsreagens konnten von Freudenberg und Harder[5] nicht bestätigt werden. Es ist zwar nicht anzunehmen, daß außer Kohlehydraten andere, Fehlingsreagens reduzierende Körper in Ligninen vorhanden sind, die hier Zucker vortäuschen, doch dürften die nach der Hydrolyse festgestellten Werte an vergärbarem Zucker bloß auf den Zelluloserückstand im Hägglundschen Präparat zurückzuführen sein. Dies geht daraus hervor: wenn man dieses Lignin ganz kurz mit rauchender HCl behandelt und in Wasser von 70° C gießt, so entsteht augenblicklich ein starker Niederschlag weißer Flocken, die sich nach den Farben-

[1]) a. a. O., S. 21.

[2]) Vortrag am 14. Februar 1927, Deutsche Chemische Gesellschaft, Berlin; B. **60**, 776, 1327 (1927).

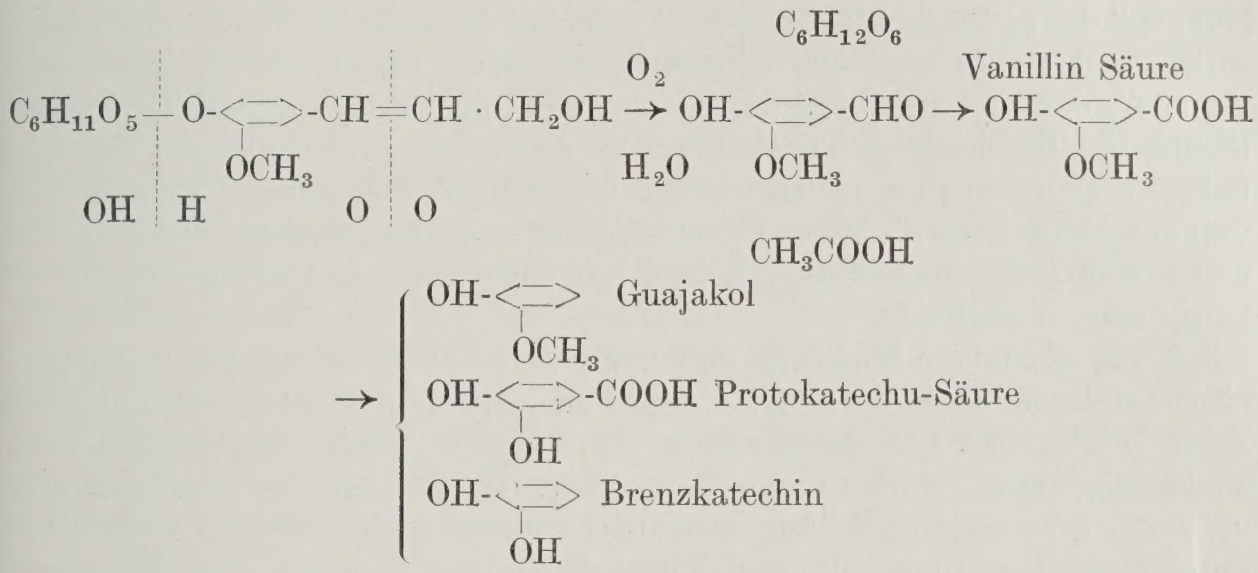
[3]) Bekanntlich gelingt es, durch H_2O_2, welches ja hier aus Benzoylwasserstoffperoxyd entsteht, Lignin zur Gänze wegzuoxydieren, worauf sich ja auch die Ligninbestimmungsmethoden von J. König u. a. gründen.

[4]) Bioch. **147**, 74 (1924).

[5]) B. **60**, 581 (1927).

reaktionen als Zellulose erweisen. Es scheint also die unvollständige Herauslösung der Zellulose durch rauchende HCl [1]) bei der Hydrolyse einen Zuckergehalt der Lignine vorzutäuschen. — Ich glaube, daß die von mir mit Erfolg versuchte Xanthierung eines zellulose- und pentosanfreien Lignins [2]) über den Kohlehydratgehalt der Lignine eher Aufschluß zu geben vermag. In dieser Beziehung werden derzeit in Temiskaming-Canada Versuche in größerem Maßstabe unternommen. —

Das Vorhandensein von Koniferin bzw. seiner Abkömmlinge in Ligninpräparaten wurde wiederholt nachgewiesen. Koniferin liefert bei der oxydativen Spaltung Vanillin, bzw. über die daraus entstehende Vanillinsäure weiterhin Protokatechusäure, Guajakol und Brenzkatechin im Sinne des Schemas:



Darüber liegen auch neuere Beobachtungen vor. In einer demnächst (J. pr.) erscheinenden Arbeit wird — wie schon kurz erwähnt — gezeigt, daß durch Oxydation von Sulfitablauge mittels Hindurchleitens von Luft Vanillin entsteht. Die Bestimmung ergab Werte bis zu 21,4% vom „Lignin"-Gehalt der Sulfitablauge. Dieser Prozentsatz entspricht ziemlich genau den bei der Kalischmelze aus Lignosulfosäuren und Ligninen erzielten Ausbeuten. E. Heuser [3]) hat dabei aus Fichtenlignin in Summe etwa 30% an Rohprotokatechusäure + Rohbrenzkatechin erhalten. P. Klason[4]) bekam bei der Kalischmelze des Koniferylalkohols 24,2% Protokatechusäure + Brenzkatechin. — Routala und Sevón[5]) erhielten aus einer Hydrolysenlösung des „Primärlignins" durch Extraktion mit Äther ein stark nach Vanillin riechendes Öl, weiter zeigten die Produkte, welche durch Desaggregation des „Salzsäurelignins" bei Gegenwart von Glyzerin entstanden, beim Sublimieren Vanillinsäurekristalle[6]). Ich verweise hier noch kurz auf die Untersuchung Foulons [7]), welcher im „Xylo-

[1]) K. Kürschner, a. a. O., S. 35, 37, 97.

[2]) Aus der Holzverzuckerung der Berginanlage Mannheim-Rheinau herrührend.

[3]) C. Ch. **4**, 57 (1923).

[4]) B. **56**, 300 (1923).

[5]) a. a. O., S. 7.

[6]) a. a. O., S. 22; hinsichtlich der Bildung von Vanillin bzw. Vanillinsäure, vgl. S. 32 bis 33, 38—42, 46—47.

[7]) Wochenblatt für Papierfabrikation **56**, 704 (1925).

gen" Koniferylaldehyd feststellte[1]). — P. Klason und H. Mellquist[2]) fanden neuerdings in schwedischem Nadelholzteer neben Guajakol, Propylguajakol oder Isoeugenol, Kresol und Kreosol, letzteres in überwiegender Menge. Klason nimmt zwischen Nadelholzlignin und Kreosol „nähere konstitutionelle Beziehungen" an. — B. Holmberg und S. Pyk[3]) erhielten bei der Bromierung der leichteren Fraktionen des Nadelholzteers u. a. Tribrom-m-kreosol, Tribromguajakol.

Die leichte Umwandlung der Koniferylalkohol-Seitenkette in die CHO, bzw. COOH-Gruppe vermag verschiedene Umsetzungen von Ligninen in oxydierendem Milieu (Alkalikochung, Alkalischmelze) einfach zu erklären. Die hierbei stattfindende reichliche Bildung von Huminsäuren dürfte neben „Verharzung" des aromatischen Komplexes auch auf die Humifizierung von Zuckern zurückzuführen sein. — Glukosidische Bindungen des „eigentlichen Lignins", d. h. des rein aromatischen Anteiles, an irgendwelche Kohlehydrate (Zellulose, „Hemizellulosen", Glukose) werden heute wohl meist und ziemlich unbestritten angenommen. Im einzelnen gehen die Ansichten auch hier sehr weit auseinander, da die Versuche verschiedene Deutungsmöglichkeiten gestatten und zudem (wie schon hervorgehoben) mit verschiedenen Ausgangsmaterialien vorgenommen werden.

Nach Foulon[4]) ist „Lignin" glukosidisch an einen Phenolkomplex „Xylogen" gebunden. — M. M. Mehta hält „Lignozellulose" weder für einen Ester, noch eine Adsorptionsverbindung. Lignin scheine in glukosidischer Verkettung mit Zellulose und verwandten Polysacchariden vorzukommen, und zwar gehe ursprünglich ein aromatischer, nicht hadromalischer Bestandteil durch Oxydation in einen mit Hadromalcharakter (Vanillin oder Koniferylaldehyd[5]) über, welcher sich mit der Zellulose zu Lignozellulose verbinde. Das von Mehta aus dem Holze isolierte Lignin besaß einen aromatischen, an Vanillin erinnernden Geruch. — Für den Koniferylkomplex im Nichtzuckeranteil von Ligninen (der Zucker wird meist als Verunreinigung betrachtet) tritt insbesondere P. Klason, dem die Chemie der Ligninkörper sehr viel zu verdanken hat, mit Eifer ein. Nachdem Klason 1897 zum ersten Male auf den Koniferylkomplex hingewiesen[6]), kehrte er, wiewohl er mittlerweile eine ganze Anzahl ähnlicher aromatischer Verbindungen als dem eigentlichen Lignin nahestehend zu erkennen glaubte, immer wieder zum Koniferylkomplex zurück. Während er[7]) zunächst das „α-Lignin" als eine Kombination von drei Molekülen Koniferylaldehyd und einem Molekül Koniferylalkohol auffaßte und den im Lignin nachgewiesenen Zucker als keinen integrierenden Bestandteil ansah, faßt er später[8]) das „α-Lignin" als Koniferylparaldehyd auf. — Neuestens schreibt Klason (B. *61*, 176; 1928),

[1]) Über Coniferylalkohol als Legninbestandteil vgl. W. Küster u. J. Schoder, z. physiol. **170**, 44 (1927).
[2]) Z. ang. **40**, 1233 (1927).
[3]) Svensk Kemisk Tidskrift Nr. 8; 1926.
[4]) a. a. O.
[5]) Vgl. C. Hoffmeister, B. **60**, 2062 (1927).
[6]) Svensk Kemisk Tidskrift 135.
[7]) B. **58**. 375, (1925).
[8]) ibid. 1761 (1925).

„daß das α-Lignin der Fichte, das etwa 75% des Gesamt-Lignins ausmacht, durch Kondensation von Coniferylaldehyd aufgebaut wird, und daß es durch schweflige Säure wieder bis zum Coniferylaldehyd aufgespalten werden kann, wobei sich die schweflige Säure mit dem Äthylen-Komplex des Coniferylaldehyds stets fest verbindet"[1]).

R. O. Herzog und A. Hillmer haben sich neuerdings[2]) mit den ultravioletten Absorptionsspektren von Ligninen und von Körpern mit dem Koniferylrest beschäftigt. In ihrer ersten Untersuchung heißt es abschließend: „Die große Ähnlichkeit im Verlaufe der Lignin- mit der Konferinkurve kann nicht verkannt werden." Auch ihre Angabe, daß das ultraviolette Absorptionsspektrum von Vanillin ein vollständig abweichendes Bild zeige, bestätigt meinen Befund, wonach das Vanillin direkt mit dem „Lignin" nichts zu tun hat und erst sekundär nach dem Zerfall des Koniferins durch Oxydation des Koniferylalkohols gebildet wird. — In ihrer späteren Arbeit äußern sich die Verfasser hinsichtlich der mit Koniferylalkohol, polymerem Koniferylalkohol usw. erhaltenen und zum Vergleich mit Lignosulfosäuren herangezogenen Schaubilder in Kürze: „Der polymere Koniferylalkohol zeigt sich dadurch der Ligninsulfonsäure am ähnlichsten." Sie stellen weiters bei der Absorptionskurve des Alkalilignins „im kurzwelligen Ultraviolett einen der Ligninsulfonsäure und besonders dem polymeren Koniferylalkohol äußerst ähnlichen Typus" fest. Diese von einem physikalischen, durchaus anderem als dem bisherigen Standpunkt unternommenen Konstitutionsermittlungen, decken sich also vollständig mit der andererseits begründeten Anschauung über den Koniferylhauptbestandteil in Ligninen. — Auch Routala und Sevón sprechen sich in den oben erwähnten Abhandlungen[3]) wiederholt zugunsten der „näheren Beziehungen zwischen den Koniferylderivaten und den Ligninstoffen" aus. — Ultraviolette Bestrahlung zerstört Lignin in Hölzern, so daß die Wände deutliche Zellulosereaktionen zeigen. Vanillin unterliegt bei der Bestrahlung gleichfalls der Zersetzung[4]).

Nach dem früher Gesagten ist es nicht verwunderlich, daß auch die Ergebnisse der verschiedenen LIGNINBESTIMMUNGSMETHODEN[5]), die ja bei der derzeitigen vagen Umschreibung dieses Begriffes notwendigerweise auf Übereinkommen beruhen müssen, ganz verschiedene Auslegungen erfahren haben. Bei den meisten Ligninbestimmungen wird einerseits durch Herauslösen von Substanz, andererseits durch Bildung unlöslicher Substanz aus den Begleitstoffen auf dem Wege der Kondensation oder Humifikation, das erhaltene Ergebnis ein Kompromiß darstellen, dessen Richtigkeit in durchaus berech-

---

[1]) Vgl. dazu die entgegengesetzte Ansicht von C. Dorée, Bioch. Journ. **21**, 290 (1927).

[2]) B. **60**, 365 (1927) und H. **168**, 171—123 (1927).

[3]) C. Ch. **7**, 116, 118 (1926) und „Über die Ligninstoffe", S. 28—30.

[4]) A. I. Kluyver, Akad. Wiss. Wien XLVIII, 485—487 (1911).

[5]) Vgl. C. G. Schwalbe, „Die chemische Untersuchung pflanzlicher Rohstoffe und der daraus abgeschiedenen Zellstoffe", Berlin 1920, S. 131—153; weiters, Papierfabrikant **23**, 174 (1925); vgl. neuestens S. A. Waksman "Methods of Quantitative Analysis of Plant Materials" Soil Science **24**, 275—283 (1927).

tigten Zweifel gezogen werden kann, eine Anschauung, die in Wislicenus' Worten[1]) kulminiert: „Die Versuche zur ‚Ligninbestimmung' sind hoffnungslos, die Ergründung von ‚Lignin'-Bestandteilen aussichtsreicher und wichtig." — Paloheimo[2]) findet bei der Ligninbestimmung, daß beim Verdünnen (nach vorausgegangener längerer Hydrolyse) humusartige Substanzen koagulieren. Auch durch Adsorption von Kondensations-Produkten an Lignine können Fehler eintreten. Routala und Sevón[3]) sehen in der Eigentümlichkeit der Ligninstoffe, wasserlösliche Spaltprodukte zu liefern, Fehlerquellen der Methode Paloheimos. Eine kritische Untersuchung der Analysenverfahren „des Lignins" hat S. Venkatesvaran vorgenommen[4]). Er empfiehlt, nach vorhergegangener Extraktion mit Äther, 20 Stunden mit 72%iger Schwefelsäure zu behandeln, sodann auf 3% zu verdünnen und eine Stunde auf dem Rückflußkühler zu kochen.

Der ABBAU DER LIGNINE wurde zunächst auf dem üblichen Wege der Aufspaltung hochmolekularer Stoffe in einfache Komponenten: der Trockendestillation bei gewöhnlichem Druck und im Vakuum versucht. Dabei entstehen unter mannigfachen Reaktionen der Teilprodukte durchaus uneinheitliche Gemische, aus denen in vereinzelten Fällen charakteristische Spaltprodukte isoliert werden können. — Auch der Einfluß von Alkalien (Kalischmelze), Säuren (Nitrierung), Halogenen und Oxydantien (worüber schon kurz gesprochen wurde) hat verschiedene Aufschlüsse erbracht, die in früheren Zusammenstellungen mehrfach behandelt wurden. — Eingehendere Schlüsse erlaubt das von mir eingeführte Sublimationsverfahren der Lignine, wobei je nach Alter des verwendeten Holzes, Darstellung des Ligninpräparates und Versuchsbedingungen, erhebliche Mengen an Vanillinsäure (+ Vanillin + Guajakol) erhalten werden können. Die Sublimationsverluste betragen mitunter bis über die Hälfte des verwendeten Materials. Eingehendere Studien über Makrosublimationen verschiedener Lignine mit der 25fachen Menge der von mir verwendeten Quantität, wurden von Routala und Sevón vorgenommen. Die Verfasser schreiben diesbezüglich folgendes[5]): „Der Sublimationsverlust war beim Einhalten derselben Versuchsbedingungen ziemlich konstant, jedoch wesentlich geringer als bei Kürschner (12—20%)." — Wie ich andern Orts hervorgehoben habe, tritt bei Makrosublimationen meist erhebliche pyrogene Zerstörung des Gutes ein. Wenn die Verfasser ferner anführen: „Die Sublimate waren stets ölig, schieden jedoch nach längerem Stehen reichlich Vanillinsäurekristalle aus, doch waren diese stets in einer öligen Masse eingebettet", so kann dies bei der Verwendung des reichlich Zellulose enthaltenden, nach Hägglund dargestellten Präparates, nicht Wunder nehmen. Ich schließe auf kristallisationshemmende Abbauprodukte von Zellulose in den Sublimaten insbesondere auch deshalb, da an anderer Stelle[6]) darauf hingewiesen wird, daß die Kristallbildung

[1]) C. Ch. **6**, 52 (1925).
[2]) Bioch. **165**, 463—464 (1925).
[3]) a. a. O., S. 13.
[4]) C. 1926, I, 2816.
[5]) a. a. O., S. 19.
[6]) a. a. O., S. 46.

in allen Fällen „frühestens nach 24 Stunden" auftrat; dies steht mit meinen Erfahrungen in Widerspruch, wonach die Mehrzahl der Präparate fast augenblicklich auskristallisierte. Übrigens verhält sich auch das mit Säure in analoger Weise wie Lignin behandelte Koniferin beim Sublimieren ganz ähnlich; unter anscheinend gleichen Verhältnissen verkohlt die Substanz manchmal sehr rasch, während sie mitunter schöne Sublimate liefert. Augenscheinlich spielen neben dem Polymerisationsgrad auch die bei Überhitzung in Betracht kommende Konkurrenz zwischen Sublimation und trockener Destillation mit. — Neuestens isolierte G. J. Ritter[1]) durch Extraktion mit Äther, Azeton und Alkohol kristallene Substanzen aus Lignin, „die in der Form und dem allgemeinen Charakter der Kristalle den von Kürschner (cit.) dargestellten Substanzen ähnlich, wenn nicht mit ihnen identisch sind."

Wie bei der bisherigen Unmöglichkeit, irgend namhafte Mengen eines kristallisierten Lignin-Abbauproduktes zu erzielen, leicht vorauszusehen war, sind die von mir angegebenen Ausbeuten von Vanillinsäure + Vanillin, welche bei der Sublimation der Lignine erhalten werden können, mehrfach einer absprechenden Kritik unterzogen worden. Da es mir mittlerweile gelungen ist, aus einem wenig schonend dargestellten schwarzbraunen Lignin (aus der Holzverzuckerung der Berginanlage Mannheim-Rheinau stammend) ein lichtes, gelbes Abbauprodukt auf einem sehr einfachen und kurzen Wege, in der Menge von **60—80%** des Ausgangsmaterials zu erzielen[2]), so erübrigt sich ein weiteres Eingehen auf jene negativierenden Kritiken. Die Untersuchung dieses, besonders nach einigem Lagern kräftig nach Vanillin riechenden, zweifellos aromatischen Körpers, ist im Gange. Wie die stets wiederkehrende, anscheinend gleiche Kristallform erweist, ist er offenbar einheitlicher Art. Frisch hergestellt, ist dieser Ligninabbaukörper, von dem ich mir eine baldige Klärung zunächst der Frage des Fichtenlignins erhoffe, in den üblichen organischen Solventien, wie auch in Mineralsäuren und Laugen löslich. — Übrigens wurde mit Hilfe desselben Verfahrens auch ein lösliches, anscheinend kristallisierendes Abbauprodukt aus Huminsäuren (Kasselerbraun) gewonnen. Dieses soll in Bälde näher untersucht werden. —

Daß ein Koniferylkomplex die Dominante in den Ligninen darstellt, geht aus dem immer wiederkehrenden Auftreten von Vanillinsäure (bzw. Vanillin, Guajakol) bei der Sublimation der verschiedenartigsten Ligninpräparate und Fraktionen derselben hervor[3]). Dies zeigt sich insbesondere auch bei der Aufarbeitung des von Merulius lacrymans befallenen Holzes[4]). Durch dessen Tätigkeit wird die Zellulose der Hölzer zum größeren Teil verzehrt. Die Ligninsubstanzen werden dabei nach mehr oder minder weitgehender Abspaltung

[1]) Ind. Eng. Chem. **19**, 624 (1927).

[2]) Aus Holz konnte direkt ein ähnlicher Körper gewonnen werden.

[3]) Auch die durch mehrstündiges Erhitzen von Salzsäurelignin mit Glyzerin auf 210 bis 230° C erhaltenen, nach ihrer Abscheidung braunen Reaktionsprodukte, geben „beim gelinden Erhitzen einen starken Vanillingeruch" (Routala und Sevón, a. a. O., S. 42). Im übrigen erscheint mir diese Behandlung wenig aussichtsreich, denn durch die bei der hohen Temperatur unvermeidliche Reaktion des Lösungsmittels mit Ligninbestandteilen (aromatischer Komplex, Zucker), dürfte die ohnehin komplizierte Sachlage kaum erhellt werden

[4]) K. Kürschner, Z. ang. **40**, 224 ff. (1927).

und Aufzehrung ihres Kohlehydratanteiles, unter Hinterlassung sehr widerstandsfähiger, polymerer aromatischer Komplexe, in alkalilösliche (zum Teil auch wasser- und säurelösliche Körper) von brauner Farbe überführt. Sämtliche durch die verschiedenen Lösungsmittel erzielten Fraktionen zeigen die gleichen Eigenschaften: beim Erhitzen reichliche Mengen von Vanillin + Vanillinsäure abzuspalten. — C. G. Schwalbe[1]) weist zahlenmäßig nach, daß „Pilzholz" erheblich in seiner Zusammensetzung vom Lignin abweiche, noch ca 15% Zellulose enthalte usw. — R. Falck und W. Haag[2]) unterscheiden bei den Pilzzersetzungen des Holzes zwei Arten des Abbaues, die Destruktion und die Korrosion. Die Erreger der ersteren besitzen zelluloselösende Fermente, die Zellulose aus dem Verbande mit Lignin befreien. Dazu gehören die durch Merulius lacrymans, Coniophora, Poria, Lenzites Arten hervorgerufenen Zersetzungen. Die Korrosionserreger verfügen über ligninlösende Fermente. Ein zelluloselösendes Ferment wird erst wirksam, wenn die Legninfermente bereits in Tätigkeit waren.

Die Gewinnung von Vanillin bzw. Vanillinsäure aus den verschiedensten Ligninderivaten legte den Gedanken nahe, die Sulfitablauge, die trotz ihres Werdeganges wohl noch einen Teil des natürlichen Lignins unzersetzt enthalten mochte, auf die Möglichkeit der Gewinnung von Vanillin durch zweckentsprechende Oxydation der mutmaßlich vorhandenen Koniferylkomplexe zu prüfen. Wie schon angedeutet wurde, konnten durch Erhitzen und gleichzeitiges Hindurchleiten eines Luftstromes durch die alkalisch gemachte Sulfitablauge, Vanillinlösungen erhalten werden, die sich oft schon beim Ansäuern durch ihren intensiven Geruch kenntlich machten und mit Hilfe der Wiesnerschen- und Molisch'schen (Orzin-Schwefelsäure-) Probe kolorimetrisch auf den Vanillingehalt geprüft wurden. Sublimationen ergaben auf den Kristallisierschalen zentimeterlange Kristalle, welche in einer bald erfolgenden Veröffentlichung abgebildet erscheinen. — Mit Berechtigung weist G. Reif (Z. Unters. Lebensmittel **54**, 100; 1927) darauf hin, daß die Bestimmung von Vanillin erst dann als einwandfrei angesehen werden könne, wenn das Vanillin schließlich durch Sublimation isoliert wird.

PFLANZENPHYSIOLOGISCH wurde die Bedeutung der Lignine schon oft gewürdigt, ohne indes zu einem überzeugenden Schlusse zu führen. Einer ausgezeichneten, in ihrer Klarheit fast selbstverständlich erscheinenden Hypothese H. Molischs über die pflanzenphysiologische Wirksamkeit der Ligninkörper, deren Kenntnis ich einer Privatmitteilung verdanke, möchte ich hier naturgemäß nicht vorgreifen.

Hinsichtlich der ENTSTEHUNG DER LIGNINE wurde schon vor Jahrzehnten auf die Möglichkeit von Zusammenhängen zwischen Pektinstoffen und Ligninkörpern hingewiesen und die mutmaßliche Bildung von Ligninen aus Pektinkörpern gefolgert. Nach C. F. Cross[3]) hat z. B. das Pektin der Johannisbeere die Elementarzusammensetzung der Jutefaser (C = 47.0%; H = 5.8%). Gewisse Pektine seien nichts anderes als lösliche Lignozellulosen,

[1]) C. Ch. 8, 14 (1927).

[2]) B. **60**, 225, (1927) und R. Falck, B. bot. Ges. **44**, 652 (1927); vgl. neuestens R. Falck C. Ch. 9, 1—6 (1928).

[3]) B. **28**, 2609 (1895).

wie auch aus den „konstitutionellen Merkmalen" hervorgehe[1]). — Th. von Fellenberg[2]) nimmt an, daß im Pektin esterartig gebundenes CH_3, im Lignin ätherartig gebundenes vorhanden sei, auf welche Eigenschaft er eine Trennung von Pektin und Lignin aufbaut. Nach F. Ehrlich[3]) ist „die Entstehung des Lignins durch Umwandlung aus den Bausteinen der Pektinstoffe im Verlaufe des Wachstums der Pflanzen äußerst wahrscheinlich."

Diese Annahmen sind unter demselben Gesichtspunkt zu betrachten, wie die schon eingangs erwähnte Hypothese von W. Fuchs, worin der Versuch gemacht wird, durch Heranziehung der Evolutionstheorie die Ligninbildung in der Pflanze zu erklären. Darüber läßt sich folgendes kurz sagen[4]). Der große Parallelismus zwischen entwicklungsgeschichtlicher Ausbildung des Lignins im Pflanzenreiche und Entwicklung in der Zelle verläuft nicht so, wie es Fuchs gern sehen möchte. Er führt an: Bei Algen Zellulose, bei den Moosen Pektinstoffe, bei den höheren Pflanzen Lignin und betont, daß auch in der Zelle der Gang von Zellulose über Pektin zu Lignin verlaufe. In der Tat ist aber die Mittellamelle (= 2 Außenlamellen), die aus einer Pektinverbindung besteht (H. Molisch) das erste, was sich bei der Kernteilung im Dispiremstadium bildet. Dann folgt erst die Ablagerung von Zellulose und erst später und dabei nicht überall werden Lignine gebildet u. a. direkt in der Pektinlamelle z. B. im Korke.

Daß die stammesgeschichtliche Entwicklung nicht einmal der in den Geweben entspricht, beweisen die Fälle wo ganz gleichartige Körper, wie Haare, also reine Epidermisgebilde, von Baumwolle (dem Prototyp für Zellulose), vom Wollbaum und von der Seidenpflanze, keine, schwache, bzw. sehr starke Ligninbildung aufweisen; auch sind die Membranen der Schließzellen normalerweise unverholzt, bei Camellia aber, wie Heilbronn gezeigt hat, sehr stark verholzt. Usw.

Es kann nach dem Gesagten nicht Wunder nehmen, wenn man sich seitens der Botaniker gegen derlei sehr anfechtbare Hypothesen stellt[5]). Man kann bezüglich der Lignine durchaus den Worten H. Thoms' zustimmen: „Bisher haben die Botaniker bei der Aufstellung ihrer Pflanzensysteme auf die Mitwirkung der Chemiker allerdings meist verzichten müssen, weil wirklich brauchbare Unterlagen dafür nicht vorhanden waren." —

Anschließend möchte ich noch auf Versuche hinweisen, die gemeinsam mit Magnif. Prof. Dr. O. Richter unternommen wurden, um mit Hilfe verdünnter Koniferinlösungen, in ligninfreien Pflanzen (Spirogyra, Elodea) gegebenenfalls Lignine zu synthetisieren und verholzte Membranen zu schaffen. Wiewohl die Vorversuche ermutigend ausfielen, konnte die Untersuchung infolge

---

[1]) Vgl. auch A. Cieslar, C. Bl. Agrik. Ch. **28**, 250—251 (1899). — C. Neuberg, Zeitschr. d. Vereins d. deutsch. Zuckerindustrie **67**, 463 (1917).

[2]) C. 1917 II, 1155.

[3]) Z. ang. **40**, 1312 (1927).

[4]) Ich verdanke diese Hinweise Seiner Magnifizenz Professor Dr. O. Richter-Brünn.

[5]) So schreibt G. Klein über die o. e. Fuchssche Darstellung „Die Chemie des Lignins" (Fortschr. d. Landwirtsch. **2**, 375; 1927): „In diesem botanisch-pflanzenphysiologischen und biochemischen Teil merkt man immer wieder in Auffassung, Wiedergabe und Verknüpfung unangenehm den Nichtfachmann", um hinsichtlich der Auffassung des Gesamtproblems hinzuzufügen, „daß nur einem erfahreneren Blick eine befriedigende Lösung geglückt wäre".

anderseitiger dringender Abhaltung bisher noch nicht fortgesetzt werden. — Rüben, welche Koniferininjektionen erhalten hatten und nach entsprechendem Wundverschluß noch einige Wochen im Versuchsfeld blieben, zeigten mikroskopisch untersucht, in unmittelbarer Umgebung des Einstichkanals kräftige Rotfärbung mit Wiesnerschem Reagens, die allerdings auch bei jenen Rüben erhalten wurde, denen nur Wasser injiziert worden war. Die Rotfärbung (Verholzung) ist hier also offenbar auf die Verletzung zurückzuführen.

Anschließend an die so wenig geklärte Stellung des Lignins in der Pflanze, wäre noch das gleichfalls sehr wenig bekannte Verhalten von Ligninen nach dem Tode der Pflanze zu besprechen. Darüber habe ich vor einiger Zeit eingehend berichtet[1]). Es wurde u. a. an Hand von Untersuchungen darauf hingewiesen, daß Ligninkörper bei der Vertorfung zum größeren Teil unverändert bleiben, zum Teil polymerisierten Koniferylalkohol liefern und angenommen, daß neben diesen aromatischen Humuskörpern aus dem Zusammenwirken von Zellulose (Zuckern) und Eiweißkörpern aliphatische N-haltige Humuskörper gebildet werden. — Die Huminkörper, welche z. T. beim Abbau der Lignine gebildet werden, stehen mit den verschiedenen Atmungsvorgängen im Boden in engem Zusammenhang, wodurch, wie schon eingangs erwähnt, das Ligninproblem auch für die Bodenkunde nicht zu umgehen ist[2]).

Sehr eingehende Studien über Huminkörper und über die Art der Mitbeteiligung von Ligninen an ihrer Entstehung wurden von S. A. Waksman angestellt[3]). — Schon Hébert[4]) fand, daß von organischen Stoffen, die mit dem Boden in Berührung kamen, zunächst Zucker und Dextrine rasch und vollständig verschwanden, hierauf Zellulose und Pentosane („hemicelluloses") und zuletzt Lignine angegriffen wurden. Der Gedanke an den Zusammenhang zwischen diesem so resistenten Pflanzenbestandteil und den Huminstoffen liegt nahe. W a k s m a n[5]) schreibt nun: „The theory that lignins are the mother substances of soil 'humus' fails, howewer, to account for one very important constituent of this humus, namely the nitrogen. Lignin is free from nitrogen, whereas the 'humic acids' prepared from peat and mineral soils always contain 2 to 4 per cent of nitrogen (usually 3 per cent)." — An anderer Stelle[6]) heißt es: "Directly cellulose does not contribute to the formation of "humus" in the soil. Indirectly, namely through the cells of the micro-organisms, it does".

Unter eingehender Stellungsnahme zu den verschiedenen Untersuchungen, welche die Rolle der Lignine bei der HUMIFIKATION VON PFLANZEN klarzustellen trachten, äußert sich W a k s m a n auf Grund eigener Arbeiten dahin[7]), daß die Zersetzung der Zellulose stets von der synthetischen Bildung

---

[1]) Vgl. K. Kürschner „Bemerkungen zur Frage des Humifizierungsvorganges". Braunkohlen- und Brikett-Industrie **18**, 799 (1925).

[2]) Vgl. die ausgezeichnete Darstellung von J. Stoklasa und E. G. Doerell, „Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens". Berlin 1926; bes. S. 711.

[3]) Soil Science XXII, Nr. 6 (1926). — [4]) Ann. Agron. **18**, 536 (1892).

[5]) Soil Science **22**, 143 (1926).

[6]) Proceedings of the International Society of Soil Science Nr. 4, 303 (1926); vgl. auch Soil Science **24**, 317—333 (1927).

[7]) C. Ch. **8**, 102, 103 (1927).

beträchtlicher Mengen Zellstubsanz durch die aktiven Mikroorganismen begleitet sei. Da diese Mikroben unfähig sind, atmosphärischen N zu binden, so muß die Zersetzung der Zellulose von der Umwandlung anorganischen Stickstoffs in komplexe organische Stickstoffverbindungen begleitet sein. Die synthetisch gebildete Zellsubstanz kann bis zu 20—30% der zersetzten Zellulose betragen. Die organische Bodensubstanz besteht mithin aus besonders widerstandsfähigem Pflanzenmaterial (Ligninen, Kutin) + N-haltiger synthetischer Zellsubstanz (aus der Tätigkeit der Mikroorganismen, unter Benutzung von Zellulose, Pentosanen, Stärke, Proteinen usw. als Energiequelle hervorgegangen).

Die anschließend an den Übergang der Pflanze in Huminkörper so oft erörterte[1]), noch ungeklärte weitere UMWANDLUNG derselben IN KOHLEN, hat eine Reihe neuerer Untersuchungen gezeitigt, welche im großen ganzen die Fischer-Schradersche Auffassung der Lignine als Grundkörper der Kohlen auch weiterhin ungeklärt lassen. J. Marcusson verficht in seinen Arbeiten die Mitbeteiligung der Zellulose (Oxyzellulose) [2]) und setzt sich darin auch mit den die Fischer-Schradersche Kohlenbildungs-Hypothese bejahenden Artikeln S. Odéns und S. Lindbergs[3]) und Bray und Andrews [4]) auseinander. Auf dem Boden der Fischer-Schraderschen Hypothese steht auch W. Großkopf[5]). R. Kräusel[6]) spricht sich ebenso wie H. Weyland[7]) gegen die Fischer-Schradersche Annahme aus. Letzterer kommt auf Grund einer kritischen Zusammenstellung zum Schlusse, daß das vorliegende botanische Material restlos zugunsten der Potoniéschen Auffassung spreche, welche auch durch die chemischen Befunde besser gestützt erscheine. — Untersuchungen über die Abnahme der Energie des „Kohlungsvorganges" mit dem Alter der Flöze hat H. Höfer von Heimalt[8]) angestellt.

Die Entstehung von Huminkörpern aus Ligninen wird nach der eben erwähnten Ligninhypothese der Kohlenbildung auf die „Autoxydation" von Lignin zurückgeführt[9]). Versuche, die (vielleicht geringe) Reaktionsgeschwindigkeit bei der Autoxydation mit Hilfe von Mn (welches auch im Holz enthalten ist) zu erhöhen, ließen im stark alkalischen Medium eine katalytische Beeinflussung nicht erkennen[10]). —

Ich möchte als ZUSAMMENFASSUNG der Meinung Ausdruck geben, daß man die so weit auseinander gehenden Anschauungen über die Bindung von Lignin im Holze, über die je nach der Darstellungsweise und der Holzart wechselnde Anzahl von OH- und OCH_3-Gruppen und die (ebenso auf mehr- oder minder

---

[1]) Vgl. die letzten Jahrgänge der Brennstoffchemie.

[2]) Z. ang. **37**, 917 (1924); **38**, 339, (1925); **39**, 898 (1926); **40**, 48, 1233 (1927); vgl. zu dieser letzten Mitteilung W. Fuchs, Z. ang. **41**, 85—88 (1928).

[3]) Br. Ch. **7**, 165—170 (1926).

[4]) Br. Ch. **5**, 132, (1924).

[5]) Br. Ch. **7**, 293—299 (1926).

[6]) Naturw. **13**, 122 (1925).

[7]) „Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung der Kohlen." Naturw. **15**, 327 (1927).

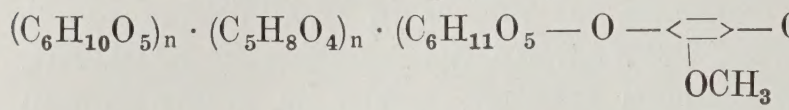
[8]) Die geothermischen Verhältnisse der Kohlenbecken Österreichs. Wien 1927.

[9]) Vgl. diesbzgl. K. Kürschner, Ch. Z. **48**, 461 (1924).

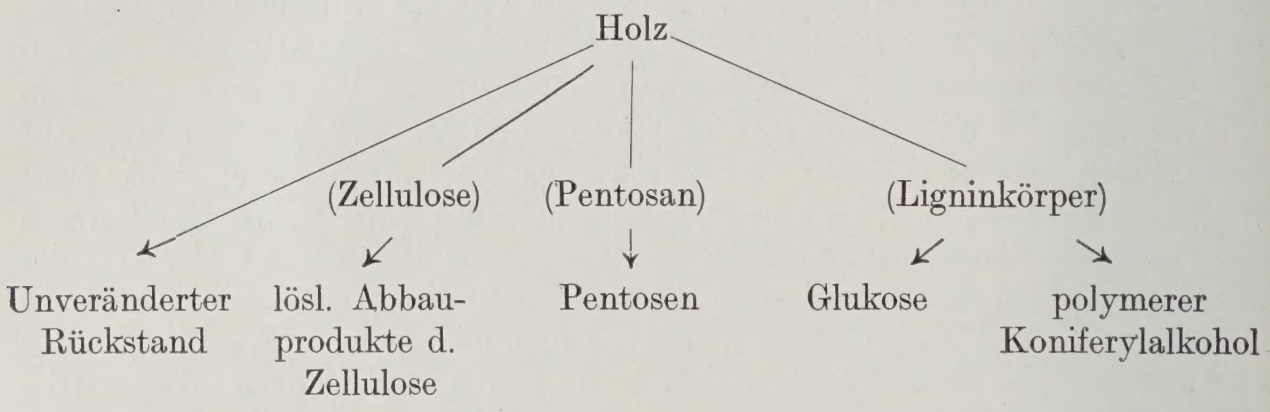
[10]) Vgl. R. Ditz und R. May, J. pr. **115**, 201—215 (1927).

große Zuckeranteile und verschiedene Polymerisationsgrade zurückzuführenden) jeweils verschiedenen Molekulargewichte, wie schließlich auch die wechselnden Feststellungen über die Farbenreaktionen der Lignine sehr einfach durch die experimentell und theoretisch vielseitig begründete Annahme eines Koniferylkomplexes im Holze klären und auf übersichtliche Weise zusammenfassen kann. Diese primäre Annahme und die große Allgemeinheit der daraus zu ziehenden Schlüsse soll abschließend nochmals kurz beleuchtet werden. Danach wäre ein idealisiertes Holz rein schematisch folgendermaßen aufzufassen:

Zellulose. Pentosane. Ligninkörper.



Der Aufschluß verläuft dann schematisch ausgedrückt:



Je nach der mechanischen Durchwachsung wird in verschiedenen Hölzern das „leichtlösliche Lignin" bei der Darstellung leichter oder schwieriger von den begleitenden Zuckern zu trennen sein und einen nach der Art des chemischen Eingriffes mehr oder minder veränderten (z. B. OCH_3-Gehalt, Aldehyd-Entstehung) und verunreinigten polymeren Koniferylalkohol darstellen, dessen C-,H-, OCH_3-Grenzwerte man ebenso wie das Molekulargewicht (= **180** oder einem Vielfachen davon) voraussagen kann. — Die teilweise Entstehung der CHO-Gruppe durch Oxydation der Propenylseitenkette des Koniferylalkohols, unter gleichzeitiger Bildung von Essigsäure, läßt sich sowohl aus der Hypothese folgern, als auch experimentell erweisen. Schon 1882 fand Singer[1]), daß beim Kochen von Hölzern mit Wasser bereits Vanillin gebildet wird. C. G. Schwalbe[2]) schreibt: „Erhitzen mit Wasser unter Druck löst aber nicht nur Kohlehydratstoffe des Holzes und läßt Aldehyde entstehen, sondern führt auch zur Bildung von Säuren." „Jedenfalls ist das Vorkommen organischer Säuren, insbes. der Essigsäure, sicher erwiesen."

Bei der Kalischmelze und Sublimation, die beide eine oxydative Desaggregation darstellen, werden neben „Huminsäuren" (welche teilweise sicherlich auf den Kohlehydratgehalt des Materials zurückgehen) die analogen Oxydationsprodukte des Koniferylalkohols gebildet; bei der Kalischmelze entsteht Proto-

[1]) M. **3**, 409 (1882).
[2]) Die Chemie der Zellulose, Berlin 1911, S. 397.

katechusäure OH- -COOH, und daraus durch CO_2-Abspaltung Brenzkatechin

OH- , bei der unter milderen Bedingungen verlaufenden Sublimation Vanillin-

säure HO- -COOH und daraus durch CO_2-Abspaltung Guajakol OH- . —

Für die KONIFERINHYPOTHESE DER LIGNINE sprechen neben den schon seinerzeit angeführten 10 Punkten[1]), folgende neu hinzutretende Momente:

1. Die Darstellung von Vanillinsäure aus den durch Pilzabbau des Holzes erhaltenen Destruktionsprodukten und aus den durch Lösungsmittel verschiedener Art erzielten Fraktionen derselben.

2. Die Gewinnung reichlicher Mengen von Vanillin + Vanillinsäure durch vorsichtige Oxydation der Sulfitablauge (Reindarstellung von Vanillin durch Sublimation).

3. Die sehr ähnlichen Analysenwerte der „löslichen Lignine" und des polymeren Koniferylalkohols (C, H, OCH_3, M.G.).

4. Die auffallende Übereinstimmung der ultravioletten Absorptionsspektren von Ligninpräparaten und des Koniferylkomplexes.

5. Das analoge Verhalten von Holz und Vanillin (das durch oxydative Spaltung des Koniferins entsteht) beim HNO_3-Aufschluß.

[1]) K. Kürschner a. a. O., S. 115—116.

Praktisch wichtige landwirtschaftlich-bakteriologische Probleme.

Von Dr.-Ing. Ludwig von Kreybig.

Bodenbiologische und Bakteriologische Versuchsstation Cserhátsurány, Ungarn.

Zu allen Zeiten hat das Problem der Erhöhung unserer Pflanzenerträge denkende Köpfe mächtig angezogen. Ist doch bei allen Völkern der Erde das Wohl und Wehe der Ernährungsmöglichkeiten und der wirtschaftlichen Verhältnisse mit den jährlichen Ernteergebnissen im engsten Zusammenhange.

Seit den Zeiten des alten Roms finden wir in der Literatur zahllose Arbeiten vor, welche sich mit dem Probleme der Pflanzenernährung befassen.

Die Periode des Suchens nach dem Vegetationsprinzipe, die phlogistische Periode, die mineralische Ernährungstheorie, und die neueste Periode, welche die engen Beziehungen zwischen Bakterientätigkeit und Ernährung der Pflanzen zu erforschen und praktisch auszunützen bestrebt ist, und welch letztere dazu berufen erscheint, uns tatsächlich der wahren und echten Natur näherzubringen, stellen zum Teile sehr verschiedene Entwicklungsstufen der Wissenschaft dar. Jede Periode brachte irgendetwas praktisch Verwertbares, ohne aber tatsächtlich das Wesen der Pflanzenernährung vollkommen zu enthüllen, und stehen wir noch immer gewissen Mysterien gegenüber, welche uns zwingen, Hypothesen aufzustellen und diese zu beweisen oder entkräften zu suchen, je nachdem wie sich unser Geistesleben diesen Fragen gegenüber eingestellt hat.

Die mineralische Ernährungstheorie Liebigs öffnete die Tore der rein chemischen Forschung, welche ganz kolossale Erfolge zeitigte, von welchen ich geneigt bin, als den größten diejenige Erkenntnis anzuerkennen, die uns nötigte, in die biologische und bakteriologische Richtung überzugehen.

Viele unserer namhaftesten Forscher betätigen sich in dieser Richtung, doch keinem war es bisnun gegönnt, mit einem so reichen und vielseitigen Versuchsmateriale vor die Öffentlichkeit zu treten als Stoklasa.

Die Versuche dieses Forschers, den wir mit Recht zu den Altmeistern der bodenbakteriologischen Forschung zählen, geben den Beweis eines äußerst taten- und erfolgreichen Lebens, welches stets unsterblich in den Bodenwissenschaften leuchten wird.

Die mineralische Pflanzenernährungstheorie, deren Hauptsatz: „Die Ernten aus einem Felde fallen oder steigen in genauer Proportion zu der Verminderung oder Vermehrung der ihm als Düngung zugeführten mineralischen Elemente" Liebig prägte, wurde gleich von Anfang an heftig bekämpft, doch lange währte

es, bis Liebig selbst die Fehler seiner Theorie und Schlüsse, wenigstens teilweise, anerkannte.

Nur der ganz wunderbaren Autorität Liebigs zufolge konnte sich die mineralische Pflanzenernährungstheorie bei vielen Forschern selbst bis heute noch aufrecht erhalten.

Der Grund dieser Tatsache liegt aber nicht nur in der Autorität Liebigs, sondern auch in zahllosen Versuchsergebnissen in erster Reihe — der Topfversuche, welche diese Theorie zu unterstützen scheinen.

Ein großer Teil der Topf- und Freilandversuche erbrachte derartige Resultate, welche mit gewissem Rechte zur Aufrechterhaltung dieser Theorien führten.

Dort, wo durch Anwendung von rein mineralischen Düngern in der Praxis sich keine Resultate zeigten, suchte man die Erklärung hierfür meistens in den ungünstigen Witterungsverhältnissen zu finden. Erst in den neuesten Zeiten wurden die Einflüsse der Natur der Böden mit herangezogen und wissenschaftlich zu beweisen gesucht und zum großen Teile auch bewiesen.

Bei sehr vielen praktischen Versuchen zeigte es sich nun, daß die Kunstdünger im Freilande zum Teile keine entsprechenden Wirkungen zeitigten und wurde dazu geschritten, Verfahren auszuarbeiten, welche es ermöglichen, den mineralischen und teilweise auch den organischen Nährstoffzustand der Böden erfassen zu können.

Manche dieser Verfahren, wie die chemischen von Lemmermann, Hasenbäumer, 'Sigmond usw., die Pflanzenphysiologischen von Mitscherlich, Neubauer und endlich die bakteriologischen und biologischen von Stoklasa, Christensen, Niklas wurden sowohl wissenschaftlich überprüft als auch in der Praxis erprobt und ergaben, wenn auch nicht einwandfreie, doch zufriedenstellende praktische Resultate.

Das Endziel dieser Bestrebungen — ein solches Verfahren auszuarbeiten, welches mit 100proz. Sicherheit in der Praxis Verwendung finden könnte — wird wohl nicht erreicht werden können. Der Hauptgrund dieser Tatsache liegt hauptsächlich darin, daß unsere Böden mit Lebewesen erfüllt sind, deren Umwechslungsprodukte stets mehr oder weniger intensive Umsetzungen im Boden hervorbringen. Die Lebenstätigkeit der Bodenlebewesen und insbesondere der Bodenbakterien und Pilze wird im Freilande von den Witterungs- und Bearbeitungsverhältnissen sowie der Natur und den Einwirkungen der auf dem Boden wachsenden Pflanzen abhängend, jederzeit gewisse Verschiebungen der Löslichkeitsverhältnisse der biogenen mineralischen Elemente hervorrufen, welche auf den praktisch wichtigen Nährstoffzustand oft entscheidend einwirken. Von größter Wichtigkeit ist außerdem der Ursprung des zur Untersuchung gelangenden Bodenmusters, d. h. die Probenahme. Der Boden im Freilande ist nie homogen und zeigt oft schon auf kleine Entfernungen meßbare Unterschiede im Nährstoffzustand. Werden doch unsere Böden schon seit dem Beginn in ihrer Kulturnahme nie vollkommen gleichmäßig gedüngt und bearbeitet. Alle Düngungen wirken stets nesterweise, wie ich dies bewiesen habe[1]), und fristen auch die Bodenlebe-

[1]) Ztschr. f. Pfl.-Ernährung u. -Düngung, Teil A, 9. B. H. 4.

wesen ihr Dasein immer nesterweise, wie ja dies allgemein bekannt ist. Um die Probenahme nicht überflüssig zu komplizieren und trotzdem entsprechende Muster zu erhalten, muß hier, wie ich des öfteren Gelegenheit hatte mich durch zahlreiche Untersuchungen zu überzeugen, das praktisch geübte Auge aus dem Stande der Vorfrucht nachhelfen.

Mehrere Untersuchungen, die ich Gelegenheit hatte in Verfolg mit der Azotobaktermethode Niklas, sowohl im Laboratorium als auch im Freilande anzustellen, zeigten, daß die Menge der aufnehmbaren Phosphorsäure manchmal selbst in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen meßbaren Änderungen unterworfen ist, und zeigen die bis nun gewonnenen zahlenmäßigen Resulate daraufhin, daß bei intensiver Tätigkeit der Bodenmikroben die Aufschließung der biogenen Elemente stark zunehmen kann.

In der Praxis zeigte es sich des öfteren, daß auf Grund von exakten Freilandversuchen eine im nächsten Jahre vorgenommene Kunstdüngung versagte. Ich bin der Meinung, daß in solchen Fällen neben anderen Einflüssen, ein günstiges Wetter und günstige Bearbeitungsverhältnisse oft eine derart intensives Mikrobenleben ermöglichten, daß eine genügende Menge biogener Elemente zur Aufschließung gelangten und die Stickstoffumsetzungen ebenfalls sehr günstig verlaufen sind.

Es ist auf Grund dieser Wahrnehmungen und teilweise noch Vermutungen ratsam, alle Untersuchungen des Nährstoffzustandes der Böden für die Praxis jederzeit kurz vor der Aussaat zu bewerkstelligen. Sehr wichtig ist es auch nebst den erhaltenen Untersuchungsergebnissen, auch die praktischen Boden- und Bebauungsverhältnisse und auch den Humuszustand des Bodens bei der praktischen Beratung mit zu berücksichtigen, also jederzeit individuell vorzugehen.

Es darf nicht aus den Augen gelassen werden, daß nicht die mineralischen biogenen Elemente die Hauptnährstoffe der Pflanzen sind, sondern die Kohlensäure und das Wasser. Die mineralischen biogenen Elemente sind nur unerläßliche Bedürfnisse, um den Aufbau des Pflanzenkörpers aus Kohlensäure und Wasser zu ermöglichen. Die mineralischen Kunstdünger sind am besten als Arzneimittel für das Bodenleben zu betrachten.

Nachdem die für die Bestimmung des Nährstoffzustandes ausgearbeiteten und in Verwendung stehenden Verfahren vom wissenschaftlichen Standpunkte aus kaum angefochten werden können und die bakteriologischen Tätigkeitsverhältnisse sowie der Pflanzenstand in der Praxis einen ausschlaggebenden Einfluß ausüben, bevorzuge ich die bakteriologischen Methoden und insbesonders jene von Christensen, Niklas und Stoklasa. Diese Methoden erlauben auch, entweder auf Grund der Bestimmung der Atmungsintensität nach Stoklasa, oder der Stickstoffzunahmen, welche wir mit entsprechender Genauigkeit vornehmen können, ausgenommen einiger weniger Fälle in welchen noch Unklarheit herrscht, sogar quantitative Rückschlüsse ziehen zu können.

Wir können auf Grund selbst der genauesten Nährstoffzustandsanalysen oder Bestimmungen dem Praktiker nie mehr sagen, als daß der untersuchte

Boden stark, mittel, schwach oder nicht z. B. phosphorsäure- oder kalibedürftig ist, und mit welcher Art von Kunstdünger er die Düngung vornehmen soll unter Berücksichtigung der Aziditätsverhältnisse seines Bodens und der Erfordernisse der anzubauenden Pflanze. Diese jederzeit auf exakte Untersuchungen basierende individuelle Behandlung der einzelnen Schläge birgt für den Praktiker sehr große Vorteile.

Bezüglich der Anratung von Stickstoffkunstdüngern liegt die Frage bedeutend verwickelter und sind in dieser Richtung noch sehr viele wissenschaftliche Untersuchungen notwendig. Den größten Wert für den Praktiker bildet jedenfalls die Tätigkeit der Stickstoff aus der Luft assimilierenden Organismen in seinem Boden. Je tätiger in dieser Hinsicht die Organismen in einem Boden sind, desto weniger Stickstoffkunstdünger wird notwendig sein. Nach den neuesten Untersuchungen von Winogradsky, und auch nach eigenen praktischen Beobachtungen, welche ich noch, bevor mir die diesbezüglichen Arbeiten Winogradskys bekannt waren, Gelegenheit hatte mit Fachkollegen zu diskutieren, wird die Stickstoffassimilation durch Anwendung von Stickstoffkunstdüngern unterdrückt. Auf Grund dieser Erkenntnisse, welche natürlich noch weitere Untersuchungen bedürfen, wäre zu überlegen, was von praktisch größerem Werte ist? Stickstoffkunstdünger anzuwenden oder aber zeitlich auf einen höheren Ertrag zu verzichten und auf eine intensivere Assimilation im Boden hinzuarbeiten. Ich habe den letzteren Weg eingeschlagen und erreiche von Jahr zu Jahr höhere Erträge, bis nun direkt progressiv steigend.

Ich glaube auch, daß die im Gange befindlichen bakteriologischen Arbeiten über den Abbau der Humussubstanzen wertvolle Hinweise behufs weiteren Ausbau derselben geben werden.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungstatsachen aus der Praxis kann festgestellt werden, daß die Laboratoriumsarbeiten betreffs der Bestimmung des Nährstoffzustandes der Böden dem praktischen Landwirte eine sehr große und wichtige Hilfsquelle darbieten.

Die Erkenntnisse, welche wir während des Arbeitens mit den bakteriologischen Methoden zu sammeln imstande sind, geben uns außerdem wichtige Richtlinien in bezug der Impffähigkeit der Böden, auf welche Tatsache schon Niklas hingewiesen hat. Wenn wir z. B. bei der Azotobaktermethode von Niklas bei jedem Boden Versuchsreihen ohne und mit Beimpfung, ohne und mit Kalk und Phosphorsäure, sowie unter Anwendung von basischem und sauerem Phosphat in entsprechender Kombination anstellen, zeigen sich meistenteils recht bemerkenswerte Resultate, die weiterer eingehender Untersuchungen oft wert sind.

Das Impfproblem, dessen ungerechtfertigte Verallgemeinerung sehr viel Enttäuschungen brachte, und welches durch die Arbeiten Stoklasas der Praxis sehr viel näher gebracht wurde, hat trotz der vielseitigen Angriffe eine sehr große Zukunft, und werden jene Methoden zur Erzeugung von Impfdüngern die größte Wichtigkeit erlangen, welche es dem genügend gebildeten praktischen Landwirte gestatten, solche im eigenen Betriebe selbst billig herzustellen.

Jedenfalls wird noch in der nächsten Zukunft die indirekte Beeinflussung des Bodenlebens durch Bearbeitung und Düngung die Hauptrolle spielen. In gewissem Umfange jedoch ist auch eine direkte Beeinflussung durch Impfung möglich, und wie ich oft Gelegenheit hatte zu beobachten, mit großem Nutzen verbunden.

Es ist bekannt, daß gute Erde zu den besten Nährböden für Bakterien gerechnet wird. Die Herstellung zweckentsprechender Nährböden, die eventuelle Sterilisierung derselben und nachfolgende Beimpfung mit besonders für solche Zwecke gezüchteten wirksamen Organismen wird in absehbarer Zeit eine große Hilfe für den praktischen Landwirt werden.

Es ist mir gelungen, auf diesem Wege an sehr vielen Stellen Ungarns nahmhafte Erfolge zu erzielen und auch in der eigenen Versuchswirtschaft durch praktische Anwendung desselben sehr viel an Kunstdünger zu sparen.

Ich muß aber ausdrücklichst betonen, daß eine Verallgemeinerung hier ebensowenig platzgreifen darf, wie in **jeder** anderen Frage der praktischen Landwirtschaft.

Um nahmhafte Erfolge — ich betone auf billigem Wege, — zu erreichen, muß dem Gegenstande der landwirtschaftlichen und zpeziell der Boden- und Düngerbakteriologie eine viel größere Wichtigkeit beigemessen werden, als dies bisnun geschah. In dieser Richtung kämpft Löhnis mit Erfolg.

Infolge unzulänglicher Kenntnis des Gebietes der landwirtschaftlichen Bakteriologie erleidet die Menschheit in Zahlen kaum ausdrückbare Verluste, deren möglichste Einschränkung ganz unglaubliche Werte retten wird. Mittel zu diesem großen Zweck ist die Ausbildung einer neuen Generation, welche wenigstens mit den Grundprinzipien dieses Wissensgebietes derart vertraut ist, daß sie entsprechendes Verständnis dafür zeigt.

Das Problem der Beimpfung des leguminosen Saatgutes ist wissenschaftlich entsprechend aufgeklärt, doch herrschen leider bezüglich der praktischen Wirkung derselben noch immer teilweise recht verworrene Begriffe, was seinen Grund nur in der nicht entsprechenden Beherrschung dieses Gegenstandes findet.

Die Versuche, die ich mit der Beimpfung des Saatgutes von Nichtleguminosen zu bewerkstelligen Gelegenheit hatte, ergaben naturgemäß sehr verschiedene Resultate, doch muß ich feststellen, daß positive Ergebnisse größtenteils bei Rüben, Mais und Hafer auftraten, doch beobachtete ich vereinzelt auch bei den anderen Früchten Resultate. (Weizen, Roggen, Gerste, Hanf und Erdäpfel.)

Truffeau und Bezsonoff veröffentlichten ebenfalls günstige Versuchsergebnisse bei Mais und stellten als Schlußfolgerung ihrer Untersuchungen den Satz auf: „Die Menge organischer Substanz, die von den Wurzeln im Laufe der Vegetation abgesondert wird, genügt um all den Energiebedarf dieser stickstoffixierenden Bakterien zu liefern.“

Rüben, Mais und Hafer zählen nach Stoklasas Untersuchungen zu jenen Pflanzen, die durch ihre Wurzeln am meisten Kohlensäure ausatmen. Diese sich hier zeigende scheinbare Übereinstimmung gibt zum Nachdenken Anlaß und den Anstoß zu weiteren Versuchen und exakten Beobachtungen.

[1]) Verhandl. d. 1. Intern. Konferenz für Bodenkunde. Com. III, S. 54.

Wir stehen nach obigem vor einer Unzahl noch ungelöster, doch ernst und exakt begründeter Probleme, welche trotz ihrer noch nicht vollkommenen Klarheit der Praxis schon heute bei entsprechender Sachkenntnis viel Nutzen bringen können.

Das Gebäude der alten Anschauungen stürzt zusammen und ist ein neues, der wahren Natur mehr entsprechendes im Baue, dessen Grundstein, die Ackergare oder besser die Ackerreife, seit Urzeiten niedergelegt ist. Auf diesem Grundsteine baute S t o k l a s a weiter und hat auf diesem Gebiete nicht nur Unsterbliches geleistet, sondern uns auch mannigfache neue Wege gezeigt, welche geeignet sind, den Bau rascher beenden zu können.

Die Praxis verlangt seit Urzeiten g a r e n, **reifen** Boden, und ist es die wichtigste Aufgabe der Wissenschaft, nunmehr in dieser schon lange begonnenen und leider zu oft bestrittenen Richtung weiterzuarbeiten.

Research in the Field of Biochemistry.

By J. G. Lipman, New Brunswick U. S. A.

In accordance with the modern conception of the soil in its relation to plant production, it is a reservoir of water, air and plant food. Furthermore, it is a laboratory in which transformation processes occur that are essential in the economy of plant growth. Our understanding of the nature and functions of soils has been enriched by the use of biochemical methods in soil research. Much of this research is concentrated about the amount and character of organic matter in soils. The origin of this organic matter, its decomposition, the evolution of carbondioxide and the part that the latter plays in modifying the nature of the soil solution are now better understood than formerly. As the organic matter is mineralized, its constituents are again placed into circulation and may become useful building material for new generations of plants. Many outstanding researches on soil organic matter have served to give us a clearer perspective of the nature of soil fertility. Nitrogen, sulphur and carbon as they flow back and forth between the air and the soil enter into many combinations and pass through many biochemical changes. We thus owe to the biochemist not only the better understanding of the fundamental relations involved but also theknowledge with the aid of which our soil resources may be utilized to the best advantage.

The fixation of atmospheric nitrogen by microorganisms, or by microorganisms associated with higher plants, has been made the subject of extended study by the biochemist. We are indebted to him for our knowledge of azotobacter, its presence, distribution and activities in cultivated soils and the environment in which these organisms will function best. The study of the activities of azotobacter has brought us nearer to the final explanation as to the mechanism employed by azotobacter as well as by other organisms for transforming elementary nitrogen into nitrogen compounds at atmospheric temperature and pressure. One can hardly overestimate the significance of the contribution which has been made in this field by the biochemist, for world agriculture is even now confronted by the need of intensifying production with the aid of more adequate supplies of fixed nitrogen.

We owe to the biochemist a more clear-cut conception of soil mircoorganisms and their activities. We know that there is a more or less definite soil microflora. We have become acquainted with the more important species of bacteria, fungi and protozoa. We know something about the relative numbers of the different kinds of soil microorganisms. We know something about their antagonisms, associative action and of the conditions which affect soil microbiological changes. The biochemist has made a special effort to investigate the biological machinery of soils and the effect of its functioning on cultivated

crops. The factors of water supply, oxygen pressure, temperature, concentration of the soil solution, the carbon-nitrogen ratio of organic matter, and the presence or absence of toxic substances have all been taken under consideration by the biochemist. As a result of his studies, ways and means have been given us for the more effective control of the microbiological machinery of our soils. In its turn, the better control of this machinery has laid the foundation for the conduct of more rational types of farming, for the more economical production of plants and animals, for the development of a more suitable national economic structure, for higher standards of living and for the unfolding of higher types of human society.

Über die Entwicklung, den derzeitigen Stand und die Zukunftsmöglichkeiten des Superphosphatverbrauches in der Tschechoslowakei.

Von Dr. H. Lipschütz, Prag.

In einer großen Anzahl von Arbeiten[1]), von denen einzelne, wie beispielsweise das Werk „Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden" oder das Buch „Chemische und physiologische Studien über die Superphosphate", Weltruf genießen, hat Prof. Dr. Julius Stoklasa die Notwendigkeit der Phosphorsäuredüngung besprochen und die Grundbedingungen festgelegt, unter welchen die wasserlösliche Phosphorsäure im Superphosphat am besten zur Wirkung kommt. Seine Schriften haben auf der ganzen Welt aufklärend gewirkt und die Entwicklung der Superphosphat-Industrie überall gefördert. In diesem Sinne hat Stoklasa internationale Bedeutung und gehört der gesamten Superphosphat-Industrie an, welche zu einem großen Teile seinem Wirken ihre heutige Größe zu verdanken hat. Viel größer noch ist aber die Bedeutung Stoklasas für die Entwicklung der früher österreichischen, jetzt tschechoslowakischen Superphosphat-Industrie. Es kann mit ruhigem Gewissen behauptet werden, daß ohne Stoklasa weder die Superphosphat-Industrie noch der damit eng zusammenhängende Zuckerrüben- und Braugerstenbau sich bis zum heutigen Umfange entwickelt hätten. Wir werden später erfahren, wie eng diese Zusammenhänge sind, und deren Bedeutung verstehen, wenn wir berücksichtigen, daß die Tschechoslowakei den relativ stärksten Zuckerrüben- und Braugerstenbau der ganzen Welt hat.

Die allerersten Anfänge der Superphosphat-Industrie im alten Österreich fallen zwar noch nicht in die Zeit der Wirksamkeit von Stoklasa. Im Jahre 1865 nahm als erste im damaligen Staate, auf dem Gebiete der heutigen Tschechoslowakei, die Fürstlich Auerspergsche Verwaltung in Lukavice und später in den Jahren 1868 bis 1871 die Firmen Joh. Dav. Starck in Kasniau und A. Schram in Lissek bei Rostok (sämtlich in Böhmen) die Superphosphaterzeugung zuerst aus Spodiumabfällen der Zuckerfabriken und später aus überseeischen Rohphosphaten auf. Nach einigen Jahren traten weitere Fabriken hinzu. Zu Beginn der siebziger Jahre die Koliner und später die Kraluper sowie die Aussiger Fabrik (alle in Böhmen). Die Koliner Fabrik ist eine Gründung der Kunstdünger A.-G. in Kolin, während die Fabriken in Kralup und Aussig vom Verein für chemische und metallurgische Produktion in Aussig ins Leben gerufen wurden. In den achtziger Jahren wurden weitere Fabriken errichtet.

[1]) Siehe am Schlusse eine Zusammenstellung der allerwichtigsten Arbeiten von Stoklasa über Pflanzenernährung mit Bezug auf Phosphorsäure. Die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Im Jahre 1884 Themenau bei Lundenburg in Mähren von der bereits oben genannten Firma A. Schram und Ende der achtziger Jahre Petrowitz in Schlesien von der Gräflich Larisch-Mönnichschen Verwaltung. 1893 bis 1895 kamen die Superphosphat-Fabriken der Kunstdünger-A.-G. in Schlan (Böhmen) und der Kunstdünger-A.-G. in Prerau (Mähren) hinzu. Die letzte vor Ausbruch des Weltkrieges im Jahre 1903 errichtete Fabrik in Lobositz a. E. (Böhmen) ist eine weitere Gründung der Firma A. Schram. Im Jahre 1918 kamen die früher ungarischen Fabriken in Sillein (errichtet 1890) und Kostolany (beide in der Slowakei) hinzu. Damit schien die Entwicklung beendet. Doch wurde im Jahre 1925 eine weitere Fabrik und zwar von der Dynamit-Nobel-A.G. in Bratislava (Slowakei) errichtet. Im Laufe der fast sechzigjährigen Entwicklungszeit wurden aber einige Fabriken auch aufgelassen. Heute besitzt die Tschechoslowakei folgende, im Betrieb befindliche Fabriken: Aussig, Budweiß, Kolin, Kasniau, Lobositz a. E., Pečky, Schlan und Slatiňany in Böhmen, Prerau und Themenau in Mähren, Bratislava, Kostolany und Sillein in der Slowakei und Petrowitz in Schlesien. Insgesamt 14 Fabriken, welche eine derzeit nicht voll ausgenutzte Erzeugungskapazität von 500 000 bis 600 000 Tonnen Superphosphat aufweisen.

Betrachten wir die Lage der einzelnen tschechoslowakischen Superphosphatfabriken, so bemerken wir, daß sie sämtlich in Zentren intensiver und intensivster Landwirtschaft mit starkem Zuckerrüben-, Sommergersten- und Winterweizenanbau liegen. Die Lage der Fabriken ist keine zufällige, sondern sie wurden an den betreffenden Stellen mit Absicht errichtet. Es ist eines der Hauptverdienste von Stoklasa, die besondere Bedeutung und Wichtigkeit der wasserlöslichen Phosphorsäure für die Hebung von Qualität und Ertrag im Zuckerrüben- und Gerstenbau nachgewiesen zu haben. Schon als ganz junger Chemiker begann er auf diesem Gebiete zu arbeiten. Seine zahlreichen Schriften, welche dieses Thema behandeln, hatten den Weg gewiesen, welchen die Landwirte gegangen sind. Stoklasa begnügte sich aber nicht allein mit der wissenschaftlichen Arbeit. Er verfocht seine Ideen und Befunde auch in der Praxis. Er scheute sich als junger Mann nicht, in die entlegensten Dörfer zu gehen, um dort an Ort und Stelle den damals noch unwissenden Bauern die Notwendigkeit der Superphosphatdüngung zu predigen. Und er hatte Erfolg! Wir haben heute in der Tschechoslowakei große Gebiete (namentlich in Böhmen), wo der durchschnittliche jährliche Superphosphatverbrauch je 1 ha Kulturfläche 100 bis 120 kg beträgt. Wir haben es hauptsächlich dem Wirken von Prof. Stoklasa zu verdanken, daß die Erkenntnis der Notwendigkeit der Superphosphatverwendung in den Köpfen der Bauern so schnell Platz gefunden hatte. Ansonsten wäre die Entwicklung der Industrie eine viel langsamere gewesen.

Bei Ausbruch des Weltkrieges wurden im alten Österreich pro Jahr bereits ungefähr 510 000 Tonnen Phosphatdünger verbraucht, von denen die Hälfte auf Superphosphat entfiel. Genau genommen betrug der Anteil des Superphosphates 49%. Der Verbrauch des Gesamtstaates Österreich-Ungarn war natürlich größer. Er betrug 760 000 Tonnen Phosphatdünger, wovon 62% auf das Superphosphat kamen. In der heutigen Tschechoslowakei ist dieser Anteil — gemäß dem relativ stärkeren Zuckerrüben-, Braugersten- und Winterweizenanbau —

größer. Er beträgt mehr als 65% des Gesamtverbrauches an Phosphatdüngern. Und dies seit schon einigen Jahren. Die Verhältnisse scheinen sich somit bereits stabilisiert zu haben. Rund genommen, entfallen vom Gesamtkonsum an Phosphaten derzeit in der Tschechoslowakei $^2/_3$ auf Superphosphat und $^1/_3$ auf die übrigen Phosphatdünger. Der Jahreskonsum an Superphosphat macht heute ungefähr 225 000 bis 230 000 Tonnen aus, hat also den Jahreskonsum des gesamten alten Österreichs fast erreicht, obwohl die Tschechoslowakei nur die Hälfte der Fläche des früheren Österreichs einnimmt. Welche Relation vor Ausbruch des Weltkrieges in den Gebieten der heutigen Tschechoslowakischen Republik bestanden hatte, läßt sich nicht ermitteln. Mit Rücksicht auf den stärkeren Zuckerrüben- und Braugerstenanbau wird sie aber zweifelsohne zugunsten des Superphosphates gewesen sein. Lieferten doch Böhmen, Mähren und Schlesien, die Kornländer der heutigen tschechoslowakischen Republik, 90% des gesamten Zuckerrübenertrages und 59% der gesamten Gerstenernte, obwohl sie nur 25% der Fläche des alten Österreichs ausmachten. Böhmen, Mähren und Schlesien lieferten übrigens auch fast 46% des g e s a m t e n Brotertrages und ungefähr $^1/_3$ des gesamten Kartoffelertrages des alten Österreichs.

Die Abhängigkeit des Superphosphatverbrauches von der Größe der mit Zuckerrüben bestellten Fläche zeigt die Gegenüberstellung folgender Zahlen.

Jahr	Mit Zuckerrüben bestellt in ha	Superphosphat-Absatz in Tonnen
1921/22	191.893	139.950 [1])
1922/23	184.591	105.920 [2])
1923/24	225.712	168.230 [3])
1924/25	299.645	188.190
1925/26	311.674	215.360

Die Bauern in der Tschechoslowakei geben durchschnittlich 300 kg Superphosphat zu Zuckerrüben je 1 ha. Es gibt aber große Gebiete, wo die Gaben wesentlich höher sind und 500 kg erreichen. Noch nicht veröffentlichte Düngungsversuche zu Zuckerrüben in Mähren, welche mit steigenden Gaben von Superphosphat durchgeführt wurden, haben übrigens ergeben, daß der fünfte Meterzentner Superphosphat bei normalen Rübenpreisen noch unbedingt rentabel ist.

Ähnlich verhält es sich bei der Braugerste, wo ein Ansteigen der Anbaufläche ein Ansteigen des Superphosphatverbrauches zur Folge hat, während eine Verringerung der Anbaufläche kleineren Superphosphatverbrauch bedeutet.

Die Abhängigkeit der Höhe des Superphosphatverbrauches von den Anbauflächen für Zuckerrübe und Sommergerste ist heute allerdings nicht mehr so groß wie in früheren Jahren. Heute steigt der Superphosphatverbrauch auch in den höher gelegenen, den sogenannten Randgebieten, welche vorwiegend Futter-, Hafer- und Kartoffelbau aufweisen. In diesen Gebieten betrug in der Vorkriegszeit der Anteil des Superphosphates am Gesamtabsatze von Phos-

[1]) Im betreffenden Jahre wurde von der tschechoslowakischen Regierung den Landwirten Superphosphat zu besonders billigen Preisen zur Verfügung gestellt, weshalb der Absatz, relativ genommen, abnorm hoch war.

[2]) Krisenjahr (Deflationsperiode).

[3]) In den „Fortschritten der Landwirtschaft", Jahrg. 1926 nannte Doerell eine niedrigere Zahl. In der Doerellschen Zahl sind die Importe aber nicht inbegriffen.

phaten ungefähr 10 bis 12%, heute dagegen mehr als 25%. Diese Zahl ist im stetigen Steigen begriffen.

Die von Stoklasa eingeleitete und bis auf den heutigen Tag ständig weiter geförderte Entwicklung hätte noch schönere Früchte getragen, wenn nicht die Aeroboeschen Thesen gewesen, welche auf kurze Zeit die normale Entwicklung unterbrachen. Heute kann der Aeroboesche Standpunkt hier als überwunden betrachtet werden.

Wie sich der Superphosphatverbrauch in der Tschechoslowakei in der Zukunft gestalten wird, ist natürlich schwer zu sagen. Andeutungen hierfür wurden schon gegeben. Daß die Höhe des Superphosphatverbrauches nicht mehr allein von Zuckerrübe und Braugerste abhängig ist, wurde gleichfalls schon gesagt. Dies zeigt auch die Verteilung des Absatzes für das Frühjahr und den Herbst des einzelnen Jahres. Herbst- und Frühjahrsabsatz halten sich jetzt so ziemlich die Wage, während früher der Frühjahrsabsatz vorherrschend war. Heute wird das Superphosphat zur Düngung sämtlicher in der Tschechoslowakei angebauten Fruchtarten regelmäßig verwendet. Daß wir aber noch längst nicht dasjenige erreicht haben, was erreicht werden kann und wird, wissen wir. Wenn wir von Zentralböhmen, Zentralmähren, sowie einzelnen Gebieten in Schlesien und der Slowakei absehen, welche kraft ihres ausgedehnten Zuckerrüben- und Braugerstenanbaues, ihrer Bodenarten und ihres relativ trockenen Klimas für die Verwendung von Superphosphat besonders prädestiniert erscheinen, so müssen wir zur Betrachtung kommen, daß die übrigen Gebietsteile, welche den größeren Teil der Anbaufläche in der Tschechoslowakei ausmachen, noch weit zurück sind. Gute Ansätze sind bereits vorhanden, wie aus der oben angeführten Steigerung des Superphosphatanteiles in den sogenannten Randgebieten am Gesamtverbrauche von Phosphatdüngern ersichtlich ist. Der Aufstieg erfolgt aber mit Rücksicht auf die hohe Erzeugungskapazität der tschechoslowakischen Superphosphatfabriken noch viel zu langsam. Derzeit wird die Erzeugungskapazität noch immer erst mit ca. 50% ausgenutzt. Deshalb wurde der Schwerpunkt der Aufklärungsarbeit in der Tschechoslowakei in die letzteren Gebiete und in die Slowakei verlegt, wo der Verbrauch noch stark gehoben werden kann. Die jüngere Generation von Agrikulturchemikern und Landwirtschaftslehrern, zum großen Teile Schüler von Stoklasa, arbeitet dort im Geiste ihres verehrten Lehrers weiter und wird auch diese Gebiete der verstärkten Anwendung von Superphosphat und damit höheren Intensitätsgraden zuführen.

Zusammenstellung von Veröffentlichungen von Prof. Stoklasa, soweit die Phosphorsäure in Betracht kommt.

(Ohne Anspruch auf Vollständigkeit.)

1. Stoklasa, Jul.: Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten, Prag 1894.
2. Stoklasa, Jul.: Chemické studie o superfosfátech (Chemische Studien über Superphosphat), Prag 1894.
3. Stoklasa, Jul.: O povaze a vlastnostech monokalciumfosfátu, Listy chemické (Über den Charakter und die Eigenschaften des Monokalziumphosphates), Prag 1889 in den „Listy chemické".

4. Stoklasa, Jul.: Über den Nachweis von Phosphorsäure, Biedermanns Zentralblatt 1889.
5. Stoklasa, Jul.: Bestimmung des Wassers in Superphosphaten. Z. f. anal. Chemie 1890.
6. Stoklasa, Jul.: Ist der Wirkungswert der Phosphorsäure .... Z. f. Zuckerindustrie f. Böhmen 1890.
7. Stoklasa, Jul.: O složení a povaze spodiových odpadků, Listy chemické 1889 (Über die Zusammensetzung und den Charakter der Spodiumabfälle) in den „Listy chemické".
8. Stoklasa, Jul.: Konstitution des Knochenmehles, Chemik. Ztg. 1890.
9. Stoklasa, Jul.: Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden, Jena 1911.
10. Stoklasa, Jul.: Die Rüben-Nematoden, Berlin 1896.
11. Stoklasa, Jul.: Betrachtungen über die Krankheiten der Zuckerrübe. Z. f. die Zuck.-Ind., Prag 1896.
12. Stoklasa-Matousek: Výzîva řepy cukrové (Die Ernährung der Zuckerrübe). Publikation des Landwirtschafts-Ministeriums in Prag.
13. Stoklasa, Jul.: Sein oder Nichtsein der österreichischen Gerstenproduktion, Prag 1905.
14. Stoklasa, Jul.: Über die Qualitäts- und Quantitätsverbesserung unserer Brotfrüchte, 1905.
15. Stoklasa, Jul.: Chemische und physiologische Studien über die Superphosphate, Berlin 1896.
16. Stoklasa, Jul.: Beiträge zur Kenntnis der Qualitätsverbesserung der Gerste in Österreich, Z. f. das landw. Versuchswesen in Österreich, 1905.
17. Stoklasa, Jul.: Über „zurückgegangene Phosphorsäure", Österr. landw. Zentralblatt, Graf. Jahrg. 1.
18. Stoklasa, Jul.: Über Monomagnesiumphosphat, Zeitschrift für anorg. Chemie, Hamburg 1892.

Der Rotlauf der Schweine und die Rotlaufimpfungen in der Čs. Republik.

Von Dr. Karl Macek, Direktor des Staatl. diagnostischen und serotherapeutischen Veterinär-Instituts Ivanovice n. H.

Die meist verbreitete Infektionskrankheit der Schweine in der Čs. Republik ist ohne Zweifel der Schweinerotlauf. Es werden allerdings noch heute verschiedene fieberhafte Erkrankungen mit Hautrötungen dem Rotlauf zugerechnet, doch ermöglicht die genaue Kenntnis des klinischen und pathologisch-anatomischen Bildes und des Erregers eine scharfe Trennung des Rotlaufes von anderen Krankheiten. Es gibt bei uns Gegenden, die stark mit Rotlauf verseucht sind, während andere nur wenig oder gar nicht betroffen werden. Am gefährlichsten sind die heißen Sommermonate und der Herbst, obwohl selbst in den kalten Wintermonaten Rotlauffälle keine Seltenheit sind. Die Zahl der Rotlauffälle ist eine größere als sie die amtliche Statistik erfaßt, da viele Fälle nicht zur Anzeige gelangen. Der weitaus häufigste Verlauf ist der akute, und zwar in Form der Rotlaufseptikaemie oder der Backsteinblattern. Chronische Rotlaufformen (Hautnekrosen, Gelenkentzündungen und Endokarditiden) sind unvergleichlich seltener. Die septikaemischen Fälle enden größtenteils tödlich, falls nicht rechtzeitig die Behandlung mit spezifischem Rotlaufserum eingeleitet oder die Notschlachtung vorgenommen wird. Die Backsteinblattern gehen oft ohne jede Behandlung in Heilung über oder es entwickelt sich aus dieser Form die Rotlaufseptikaemie. Chronische Rotlaufformen entstehen in der Regel aus akuten Erkrankungen, gleichgültig, ob diese mit spezifischem Serum behandelt wurden oder nicht. Desgleichen kann die Schutzimpfung chronische Rotlauferkrankungen verursachen wie eine natürliche Erkrankung. Ausgedehnte Hautnekrosen, die den Rücken wie ein Panzer bedecken, gehören heute zu den Seltenheiten, da die Schwine rechtzeitig durch Notschlachtung abgeschafft werden. Gleichfalls werden gelenkskranke Schweine alsbald verwertet, wo sich die Haltung solcher Schweine nicht lohnt. Die Gewichtsverluste bei Schweinen mit Gelenksveränderungen auf Rotlaufbasis sind recht beträchtlich. In einem Immunisierungsversuch erkrankte ein Schwein an Gelenksrotlauf. Das zweite mit ihm durch 10 Monate hindurch unter gleichen Verhältnissen und bei gleicher Fütterung gehaltene Schwein hatte bei der Schlachtung 170 kg, während der gelenkskranke Schwein 65 kg wog. Beide Schweine stammten von derselben Mutter. Die meisten Todesfälle von den chronischen Rotlaufformen werden durch die Rotlaufendokarditiden verursacht. Nach dem Überstehen des akuten Anfalles zeigt das betroffene Schwein einige Wochen lang keine Krankheitserscheinungen, da die Herzklappenerkrankung sich schleichend entwickelt. Erst nach Ablauf einiger Wochen nach der Genesung machen sich Atmungs- und Zirkulations-

störungen bemerkbar. Falls nicht rechtzeitig die Notschlachtung vorgenommen wird, wird größtenteils eines Tages das Tier tot im Stalle aufgefunden.

Die klinische Diagnose „Schweinerotlauf" ist nicht immer mit Sicherheit zu stellen, weitaus verläßlicher ist der pathologisch-anatomische Befund bei der Sektion, obwohl die Rotlaufveränderungen auch da nicht immer ausgeprägt sind oder anderseits Veränderungen gefunden werden, die zu Verwechslungen mit anderen Infektionskrankheiten Anlaß geben. Es muß in solchen Fällen die bakteriologische Untersuchung Aufklärung geben.

Seine frühere Gefährlichkeit hat der Rotlauf mit der Einführung der Impfungen (Schutz- und Heilimpfungen) verloren.

Obwohl die Impfungen gegen Rotlauf einen wahren Segen für die Schweinezuchten bedeuten, hat die Anwendung derselben dennoch nicht jene Verbreitung gefunden, die sie verdienen würde. Man denke nur 20—30 Jahre zurück, um einen Vergleich zwischen heute und damals zu haben. Viele Schweine gingen an Rotlauf ein oder mußten um billiges Geld den Fleischhauern überlassen werden.

In welchem Umfange die Impfungen gegen Rotlauf in den Ländern der čs. Republik zur Anwendung kommen, besagen folgende Zahlen aus dem Jahre 1925. Die Zahl der geimpften Tiere schwankt natürlich in den einzelnen Jahren, da die Zahl der gehaltenen Schweine nicht gleichbleibend ist und sich nach den jeweiligen Fleischpreisen und Futtervorräten richtet.

Von den Methoden der Schutzimpfung findet am meisten Anwendung die Lorenzsche Simultanmethode, d. h. es werden gleichzeitig Kultur und Serum voneinander getrennt eingespritzt. Allgemein wird die gleiche Menge Kultur (0,5 ccm) den Schweinen injiziert ohne Rücksicht auf das Körpergewicht, wogegen sich die Serummenge nach dem Lebendgewicht richtet. (1 ccm auf 10 kg Lebendgewicht.) Die Leclainchesche Modifikation der Serovakzination wird in unseren Ländern wenig angewendet. Etwas mehr verbreitet ist die Pasteursche Vakzination (Vakzin I und II) in den früher zu Ungarn gehörenden Gebieten bei Schweinen der Mangalicza-Rasse, obwohl auch dort die Simultanmethode immer mehr Eingang findet. Die Versuche mit der Kutanimpfung nach Böhme wurden nicht weiter fortgesetzt, da die Zahl der Impfrotläufe derart groß war und die Reaktionen einen so bedrohlichen Charakter annahmen, daß zur Unterdrückung der Reaktionen mehr Rotlaufserum notwendig war, als die Simultanmethode gefordert hätte und da die Bevölkerung sich sträubte, die Impfungen nach dieser Methode weiter durchführen zu lassen. Bemerkt muß werden, daß zur Kutanimpfung dieselbe starke Impfkultur verwendet wurde wie zur Simultanimpfung. Eine verhältnismäßig große Anzahl von Gelenksrotläufen bzw. Endokarditiden wurde sichergestellt, die Immunität, war jedoch eine ausgezeichnete, keines der kutangeimpften Schweine erkrankte innerhalb der Beobachtungsdauer von etwa 7—8 Monaten an Rotlauf. Die Impfreaktionen und Impfschäden hatten zur Folge, daß an eine Einführung dieser Methode nicht zu denken war.

Der jährliche Bedarf an Rotlaufserum beträgt in der čs. Republik etwa 6300 l. Der Titer des Serums beträgt 0,1—0,2 ccm Serum gegen 0,5 ccm hochvirulente Prüfungskultur. Die Auswertung des Serums erfolgt an Tauben.

Die Kontrollkultur hat eine Virulenz von 60—70 h. Das Serum für Schutz- und Heilimpfung hat den gleichen Titer. Der Preis 1 l Rotlaufserums beträgt 250 Kč.

Die Rotlaufimpfkultur wird durch ständige Taubenpassage auf konstanter Virulenz erhalten und zwar derart, daß aus den eingegangenen Tauben eine Reihe von Agarkulturen angelegt wird, die zur Herstellung der Impfkultur auf die Dauer von etwa 2—3 Wochen ausreicht. Die Impfkultur wird nur aus den Passagekulturen angelegt, nie erfolgt ein Überimpfen von Agar auf Agar. Jedes Röhrchen wird nur einmal zur Herstellung der Impfkultur verwendet. Die Impfkultur ist eine Mischkultur aus mindestens 2 stark virulenten Rotlaufstämmen. Eine Rotlaufkultur von starker Virulenz hat, seitdem sie angewendet wird, eine viel länger dauernde Immunität zur Folge als schwach virulente Kulturen.

Der jährliche Verbrauch von Rotlaufimpfkultur beträgt über 500 l. Durchschnittlich dauert der Impfschutz nach der einfachen Simultanmethode etwa 5 Monate und werden daher die Schutzimpfungen in vielen Gehöften zweimal jährlich durchgeführt, im Frühjahr und im Herbst. Eine längere fast ein Jahr dauernde Immunität wird durch Nachimpfung mit der doppelten Kulturmenge allein erzielt. Der Zeitpunkt der 2. Kulturimpfung ist nicht zu lange nach der Simultanimpfung hinauszuschieben, da sonst stärkere Impfreaktionen oder vereinzelt Todesfälle sich ereignen können. Als geeignetsten Termin für die Nachimpfung mit Kultur allein betrachten wir 2—3 Wochen nach der Simultanimpfung. Ein Nachimpfen mit 1 ccm Kultur allein ein Jahr nach der Simultanimpfung ist mit unserer starken Impfkultur nicht immer gefahrlos, und deshalb empfehlen wir auch bei älteren Schweinen als 1 Jahr gleichfalls die Vornahme der Simultanimpfung, wenn auch nicht mit der vollen Serumdosis.

Trächtige Mutterschweine können ohne Gefahr des Verwerfens bis wenige Tage vor dem Abferkeln schutzgeimpft werden, falls die Impfung ohne Gewaltanwendung stattfindet. Bösartigen Ebern und Mutterschweinen wird Körnerfutter vorgelegt und die Impfung nicht hinter den Ohren, sondern in die Kniefalten durchgeführt.

Aber nicht nur die Schutzimpfung findet bei uns ausgebreitete Anwendung, sondern auch die Not- und Heilimpfung. Die Notimpfung mit Serum allein wird hauptsächlich bei Schweinen angewendet, die in den heißen Sommermonaten per Bahn nach den großen Schlachthäusern transportiert werden. Auch die Notimpfung der noch gesund erscheinenden Schweine in einem Bestande, wo Rotlauf ausgebrochen ist, hat in der Regel den sofortigen Stillstand der Seuche zur Folge. Ereignet sich in dem mit Serum notgeimpften Bestande innerhalb von 8—14 Tagen kein neuer Rotlauffall, kann die passive Immunität durch Nachimpfen mit Rotlaufkultur verlängert werden.

Durch die rechtzeitig vorgenommene Heilimpfung können mindestens noch ¾ der kranken Schweine gerettet werden. Der Prozentsatz würde sich noch höher gestalten, wenn die Diagnose Rotlauf immer richtig gestellt würde und wenn die Heilimpfung stets rechtzeitig vorgenommen und nötigenfalls wiederholt werden könnte. Viele Fälle, in denen die Heilimpfung mit Rotlaufserum versagt, sind überhaupt kein Rotlauf, sondern Krankheiten anderer

Ätiologie. Wird in solchen Fällen nach dem Mißerfolge mit Rotlaufserum das richtige, der Ätiologie der Erkrankung entsprechende Serum (z. B. Schweineseuche- oder Paratyphusserum) angewendet, wird Erfolg gezeitigt. Der Zeitpunkt der Vornahme der Heilimpfung bei rotlaufkranken Schweinen ist von großer Bedeutung. Kommt die Serumeinspritzung zu spät zu einem Zeitpunkt, wo bereits irreparable Organveränderungen vorhanden sind, kann selbst ein hochwertiges spezifisches Immunserum keine Wunder wirken.

Wiewohl die Resultate der Impfungen recht zufriedenstellend sind, ereignen sich alljährlich recht unangenehme Zwischenfälle im Anschluß an die Schutzimpfungen durch Aktivierung latenter Infektionen und durch Übertragung dieser Infektionskrankheiten auf gesunde Schweine. Die größte Gefahr in dieser Beziehung bedeutet die latente Schweinepest. Es ist daher jeder Bestand, in dem die Schweine nicht gesund erscheinen, von der Schutzimpfung auszuschließen bzw. nicht laufend zu impfen, sondern höchstens zum Schlusse, wenn bereits alle gesund erscheinenden Schweine der Ortschaft geimpft wurden. Die Schuld an dem Verschleppen der Schweinepest durch das Impfgeschäft trifft in der Regel den Besitzer, da derselbe dem Impftierarzte frühere Erkrankungs- oder Todesfälle in seinem Bestand verheimlicht hat.

Da die Schutzimpfung die Impfung gesunder Tiere zu einem Zeitpunkt und an einem Orte, wo ihnen keine Infektionsgefahr droht, bedeutet, können sich natürlich vereinzelt Impfunfälle ereignen, da sämtliche Schweine zur Zeit der Impfung nicht gesund sein brauchen. Es sind nicht nur zufällig vorhandene bakterielle Erkrankungen (z. B. Metritis, Mastitis), aber auch nicht bakterielle Krankheitszustände (maligne Tumoren, ausgedehnte Infarkte etc.), die nach der Kulturimpfung tödliche Erkrankungen hervorrufen können. Der Rotlaufbazillus ist ein sehr unverträglicher Krankheitserreger, schädigt in Gemeinschaft mit anderen Krankheitskeimen stark den betroffenen Organismus. Die provozierende Wirkung des Rotlaufbazillus wird nicht nur bei Schweinen, sondern auch bei Serumpferden beobachtet. Als Beispiel sei hier das Akutwerden eines alten, chronischen Rotzfalles bei einem Serumpferde angeführt, das schon nach der ersten Einverleibung von Rotlaufkultur in geringer Menge (10 ccm) schwer an offenem Rotz erkrankte. Wir betrachten deshalb die Injektion von Rotlaufkultur als ein wertvolles Diagnostikum, daß die neuangekauften Serumpferde gesund sind, falls sie die Injektionen ohne dauernde Temperaturerhöhung vertragen und keine Krankheitserscheinungen zeigen.

Als Serumspender für die Gewinnung von Rotlaufserum werden bei uns ausschließlich Pferde und Maultiere verwendet. Der Stand der Rotlaufserumpferde beträgt durchschnittlich 75 Tiere und werden die Tiere sofort einige Tage nach dem Ankauf in Arbeit genommen, falls es ihr Ernährungszustand erlaubt. Dadurch wird viel Zeit erspart, so daß die Pferde aus der Quarantäne bereits fertig immunisiert in den Serumstall überstellt werden können. Die Immunisierung erfolgt in den letzten Jahren nur subkutan, da die intravenösen Injektionen viele Endokarditiden und Gelenksentzündungen zur Folge hatten, die eine verhältnismäßig hohe Zahl der Serumtiere auf bestimmte Zeit aus der Serumproduktion ausschieden. Die eine Zeitlang nach intravenösen Injektionen beobachteten Todesfälle infolge Gefäßthrombosen wurden auf mit-

injizierte Wattafäden zurückgeführt und hörten diese Todesfälle sofort auf, als die Wattaverschlüsse der Kulturgefäße mit Pergamentpapier versehen wurden. Die Herz- und Gelenkserkrankungen hörten mit der Änderung der Immunisierungsmethode (statt intravenös subkutan) mit einem Schlage auf und waren die Todesfälle bei den Serumtieren auch viel seltener. Doch hatte die subkutane Immunisierung andere Organerkrankungen zur Folge. Die meisten subkutan gespritzten Tiere erkrankten früher oder später an Amyloiddegeneration der großen Parenchyme und endet die Erkrankung in der Regel mit Leberruptur und Verbluten in die Bauchhöhle, falls die Tiere nicht rechtzeitig notgeschlachtet werden. Blutergüsse geringeren Umfanges unter die Leberkapsel ohne Einreißen derselben können zum Stillstand kommen, ohne daß Tod des Tieres eintreten muß. Doch ist die amyloide Degeneration schon derart vorgeschritten, daß ein größerer Bluterguß alsbald erfolgt, falls die Tiere nicht längere Zeit geschont werden. Das klinische Bild einer solchen Leberblutung ist sehr charakteristisch. Plötzliches Versagen des Futters, Schweißausbruch, ängstlicher Blick, Kolikerscheinungen, Kälte der Hautoberfläche, kleiner, gespannter, frequenter Puls, der bei großen Blutverlusten in die Bauchhöhle fast unfühlbar wird, und Schwanken des Hinterteiles künden den Eintritt der Blutung an. Fieber ist entweder keines oder nur mäßiges vorhanden. Die Perkussion des Bauches läßt deutlich die Menge des Blutgusses in die Bauchhöhle erkennen. Eine horizontale, verschieden hochreichende Dämpfung in der unteren Hälfte der Bauchhöhle deutet die Menge des Blutergusses an. Der Tod infolge innerer Blutung erfolgt verschieden rasch. Manche Tiere verenden innerhalb ganz kurzer Zeit, wenn der Riß in der Leber groß war, andere wieder bleiben tagelang am Leben oder können sich kleine Blutergüsse unter die Leberkapsel resorbieren.

Zur Immunisierung der Rotlaufserumtiere werden einige Hundert verschiedene hochvirulente Rotlaufstämme verwendet. Taubenvirulenz der verwendeten Stämme ist 3—4 Tage. Schwächere Rotlaufstämme werden von der Verwendung ausgeschlossen.

Es wird großes Gewicht darauf gelegt, möglichst frisch aus den eingesendeten Organen herausgezüchtete Rotlaufstämme zu verwenden und Laboratoriumsstämme auszuschalten. Dies ist leicht möglich, da dem Institute eine diagnostische Station angegliedert ist.

Die Anfangsdosis der Immunisierungskultur beträgt mit Rücksicht auf den oft minderen Ernährungszustand der angekauften Pferde 10 ccm und wird wöchentlich um das Doppelte gesteigert, bis zu 500 ccm. Von der Verwendung größerer Immunisierungsdosen wurde Abstand genommen, da die Pferde im Gewicht zurückgingen. Als Immunisierungskultur wird eine Mischkultur bestehend aus durchschnittlich 25 verschiedenen Rotlaufstämmen verwendet. Als Injektionsstelle für größere Kulturmengen hat sich die Schultergegend weitaus besser bewährt als die Seitenflächen des Halses. Manchmal entstehen an den Injektionsstellen faustgroße fluktuierende Geschwülste, deren Inhalt eine honigartige seröse Flüssigkeit ist, welche sich im Laufe weniger Tage resorbiert, falls die Wunde nicht infiziert war. In diesem Falle muß natürlich

die Spaltung solcher Anschwellungen stattfinden und erfolgt nach Abfluß des Eiters schnelle Heilung der Wunde.

Pro Tier kann durchschnittlich mit der Entnahme von 200 l Blut jährlich gerechnet werden. Nach jeder Blutentnahme, die allwöchentlich erfolgt, findet sofort die Kulturinjektion statt.

Von der Schutzimpfung der Schweine gegen Rotlauf wird in unseren Ländern noch nicht so viel Gebrauch gemacht, wie es wünschenswert erscheinen würde. Es wird kaum ein Drittel der Schweine gegen Rotlauf schutzgeimpft. Die Resultate der Impfung nach der amtlichen Statistik für Böhmen, Mähren und Schlesien (1925) sind etwa folgende: Im ganzen wurden 400 863 Schweine schutzgeimpft, von denen 1878 Schweine an Impfrotlauf in den ersten Tagen nach der Impfung oder später innerhalb 150 Tage infolge ungenügender Immunität an Rotlauf erkrankten, d. i. 0,47% der Impflinge. Von diesen erkrankten 1878 Schweinen wurden durch rechtzeitige Serumanwendung 1200 Schweine gerettet, 202 (0,05 %) wurden geschlachtet und 476 (0,12 %) sind umgestanden, so daß sich ein Gesamtabgang von 678 Schweinen ergibt, d. i. 0,17 % der geimpften Schweine. Dieses Resultat kann als ein recht zufriedenstellendes bezeichnet werden. Rechnen wir noch die übrigen Länder (Slovensko und Podkarpatská Rus) mit etwa 100 000—200 000 Impfungen dazu, so kann die Gesamtsumme der Impflinge jährlich auf 500 000—600 000 beziffert werden.

Eine Förderung der Schutzimpfungen gegen Rotlauf bedeutet die Änderung des Entschädigungssystems für gefallene oder notgeschlachtete Schweine. Früher wurden vom Staate zur kostenlosen Anschaffung von Rotlaufserum Subventionen gewährt, die jedoch kaum zum Ankaufe von wenigen Litern Rotlaufserum für einen Bezirk ausreichten. Die Entschädigungsgelder aus Staatsmitteln waren zu gering und wurden in der Regel erst Ende des Jahres ausgezahlt. Es wurden daher die zur kostenlosen Anschaffung von Rotlaufserum bestimmten Gelder vom Staate dem freiwilligen Versicherungsfonds gewidmet, den für jedes Land die politische Landesverwaltung führt. Die Besitzer können ihre Schweine bei der Durchführung der Schutzimpfung versichern lassen und betragen die Versicherungsprämien bei Schweinen bis 30 kg Lebendgewicht 1 Kč, über 30 kg 2 Kč.

Die Versicherungsdauer erstreckt sich auf 150 Tage nach der Durchführung der Schutzimpfung und umfaßt die Erkrankungen infolge Impfrotlaufes und infolge ungenügender Immunität. Die Entschädigung für umgestandene oder notgeschlachtete Schweine, deren Fleisch durch den Tierarzt nicht zum menschlichen Genusse zugelassen wurde, wird nach dem Schlachtgewicht mit 80% des Wertes ausgezahlt nach den Bestimmungen des § 52 lit. a. des Gesetzes vom 6. August 1909, RGBl. Nr. 177. Entschädigung für notgeschlachtete Schweine, deren Fleisch durch den Tierarzt zum menschlichen Genuß zugelassen wurde, wird bis zu 35% des durch Schlachtgewicht bestimmten Betrages geleistet, wobei das Fleisch dem Besitzer zur Verfügung gestellt wird. Wird das Fleisch notgeschlachteter Schweine verkauft, erfolgt die Auszahlung der Entschädigung mit der Differenz zwischen dem erlösten und dem angeführten 80%igem Betrag, niemals aber mehr als mit 35%.

Diese Einführung hat sich besser bewährt als die staatliche Unterstützung, da den Betroffenen die Entschädigung sofort ausgezahlt werden kann, sobald die Untersuchung der eingesendeten Organteile der verendeten Schweine im Staatl. diagnostischen und serotherapeutischen Institute beendet ist. Außerdem sind die Versicherungsfonds genug kräftig, um auch in anderen berücksichtigungswürdigen Fällen den Schweinebesitzern Unterstützungen zu gewähren (z. B. beim Aufflammen latenter Schweinepestfälle im Anschluß an die Rotlaufschutzimpfung).

So wurden z. B. im Jahre 1925 in Böhmen, Mähren und Schlesien für Verluste mit Versicherung geimpfter Schweine 182 640 Kč ausgezahlt. Für durch andere Krankheiten als Rotlauf verursachte Verluste wurden in berücksichtigungswürdigen Fällen, soweit diese Verluste in ursächlichem Zusammenhang mit der Rotlaufschutzimpfung waren, Unterstützungen im Gesamtbetrage von 51 262 Kč gewährt. Außerdem zahlten die Versicherungsfonde 10 347 Kc für zu Heilimpfungen an Rotlauf erkrankter versicherter Schweine verwendetes Serum.

Milchsäurebildung in Blättern grüner Pflanzen.

Von Carl Neuberg und Maria Kobel.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biochemie in Berlin-Dahlem.)

Bereits in den ersten Arbeiten [1]) über die Gärungsvorgänge haben wir die Reaktion der Dismutation, die vom Methylglyoxalhydrat ihren Ausgang nimmt, in den Vordergrund der Darlegungen gestellt. Die Berechtigung hierzu ergab sich aus dem Umstande, daß dismutierende und insbesondere Methylglyoxal umwandelnde Fermente in zahlreichen Fällen aufgefunden werden konnten. Eine Dismutation, die sich am Methylglyoxal vollzieht, muß nach dem Schema

$$\begin{array}{cccc} CH_3-CO & & H_2 & CH_3-CHOH \\ | & + & \| & = \quad\quad | \\ COH & & O & \quad\quad COOH \end{array}$$

zur Milchsäure führen. Es handelt sich also um eine Erscheinung, die formaliter der Cannizzaroschen Reaktion gleicht, und zwar einer intramolekularen Disproportionierung, bei der auf Kosten des Wassers die im Ketonaldehyd vorhandene eine Karbonylgruppe reduziert und die andere oxydiert wird.

Bei der universellen Bedeutung, welche die Milchsäurebildung für den Stoffwechsel der höher und niedriger organisierten Lebewesen besitzt, ist es nicht überraschend, daß wir ein Enzym, der Dismutation praktisch in allen solchen Zellen nachgewiesen haben, in denen sich desmolytische, der alkoholischen Zuckerspaltung ähnelnde Prozesse abspielen. So ist es möglich gewesen, die Umwandlung des Methylglyoxalhydrats durch verschiedene tierische Zellen [2]) zu erreichen, ferner durch diverse Mikroorganismen. Wir nennen außer den Hefen [3]) die Erreger der kompletten [4]) (Laktobazillus und B. Delbrücki) und der gemischten [5]) Milchsäuregärung (B. coli und B. lactis aerogenes), der Propionsäuregärung [4]), der Essiggärung [6]). Wir erwähnen weiterhin die Zellen zahlreicher Pflanzensamen wie der Bohnen, Erbsen, Lupinen sowie den Roggen und den Tabaksamen [7]).

Man sollte nun annehmen, daß auch in den grünen Teilen der Phanerogamen öfter ein Vorkommen von Milchsäure beobachtet sei; denn in

---

[1]) C. Neuberg, Bio. Z. **31**, 170, 1911.

[2]) C. Neuberg, Bio. Z. **49**, 502, 1913; **51**, 484, 1913.

[3]) C. Neuberg und M. Kobel, Bio. Z. **182**, 470, 1927.

[4]) C. Neuberg und G. Gorr, Bio. Z. **166**, 482, 1925. C. Neuberg und E. Simon, ebendas. **186**, 331, 1927.

[5]) C. Neuberg und G. Gorr, Bio. Z. **162**, 490, 1925.

[6]) G. Gotr und G. Perlmann, d. Z. **174**, 433, 1926.

[7]) C. Neuberg und G. Gorr, Bio. Z. **171**, 475, 1926; **173**, 358, 1926; G. Binder-Kotrba, Bio. Z. **174**, 443, 1926; L. Klar, Bio. Z. **186**, 327, 1927; C. Neuberg und M. Kobel, Bio. Z. **179**, 468, 1926.

diesen Pflanzenteilen laufen Umsetzungen ab, die denen der Atmung und Gärung verwandt sind. Wenn die Angaben über Anwesenheit von Milchsäure in den grünen Geweben der Pflanzen und überhaupt in höher organisierten Vegetabilien nicht häufig sind, so kann dies einen doppelten Grund haben: Einmal ist der Nachweis und die Isolierung der Milchsäure neben den vielen anderen Substanzen, die sich an den genannten Orten vorfinden, nicht immer leicht und einwandfrei zu führen, dann aber kommt vor allem die Weiterverarbeitung vorübergehend auftretender Milchsäure, also jeweils minimale Konzentration, in Betracht. Festgestellt[1]) ist bisher ein Vorkommen von Milchsäure in folgenden Objekten: Agave, Gerste, Kartoffel, Mais, Tausendgüldenkraut, in den Blättern der Brombeere, Himbeere, im Kirschsaft, in Lupinen, in Spinat sowie neuerdings in Baumwollsamen, Bucheckern, Sojabohnen[2]).

Es erhob sich nun die Frage: Wie entsteht die mit mehr oder minder großer Sicherheit in den erwähnten Vegetabilien nachgewiesene Milchsäure? Von J. Stoklasa[3]) rührt die erste Angabe her, daß bei der anaeroben Atmung in Bohnen, Gurken, Kartoffeln und Zuckerrüben neben Äthylalkohol und Kohlendioxyd auch Milchsäure auftritt.

Über die Menge solcher im Atmungsprozeß erzeugter Milchsäure gaben Stoklasa, Ernest und Chocenský[4]) folgende Zahlen: 0,82 Proz. Milchsäure ist der höchste angeführte Wert; er wurde bei 1 kg Gurkenmasse (als Trockensubstanz) während 100 stündiger anaerober Atmung bei 20° erreicht. Aus 5 bis 6 kg frischen Pflanzenmaterials wurden durch Auspressung unter 400 Atmosphären Druck 500 ccm zellfreier Saft erhalten, aus dem mit Alkohol-Äther 6 bis 10 g Rohenzym niedergeschlagen wurden. 25 g dieses Fermentpräparates erzeugten innerhalb 52 Stunden aus 250 ccm 15 proz. Traubenzuckerlösung bei antiseptisch geführter Gärung 0,53 g d,l-Milchsäure. Diese im Wasserstoffstrom erzielte Ausbeute sank beachtenswerterweise bei Zuleitung von Sauerstoff auf 0,13 g herab. Unter gleichen Bedingungen lieferten 10 g Rohenzym aus Gerstenkeimlingen durch anaerobe Glykolyse 0,33 g Milchsäure. Etwas niedrigere Erträge hat J. Bodnár für das abgeschiedene Ferment der Kartoffelknollen und Zuckerrübenwurzeln verzeichnet[5]).

Auf andere Weise als den Prager Autoren ist es G. Muenk[6]) gelungen, das glykolytische Ferment von der intakten Pflanzenzelle abzutrennen. Er verfuhr dabei analog der Vorschrift, die von Neuberg sowie Dakin und Dudley zur Gewinnung des aus Methylglyoxal Milchsäure bildenden tierischen Ferments angegeben worden war; er hat mitgeteilt, direkt durch Extraktion der zerkleinerten Samen von gelber, weißer und blauer Lupine mit physiologischer Kochsalzlösung ein Enzym isoliert zu haben, das mit großer Leichtigkeit aus Stärke, Glykogen, Inulin, Traubenzucker, Galaktose, Maltose, Rohrzucker, namentlich aber aus Milchzucker Milchsäure bildet und gegen Antiseptika (Toluol oder Fluornatrium) wenig empfindlich ist.

Die Angaben über eine Bildung von Milchsäure im Eigenstoffwechsel der grünen Gewächse werden von Fr. Czapek sowie C. Oppenheimer in ihren bekannten Lehrbüchern mit großer Zurückhaltung beurteilt[7]).

---

[1]) Lit. s. bei C. Neuberg und G. Gorr, l. c.

[2]) G. B. van Kampen, Bio. Z. **187**, 180, 1927.

[3]) J. Stoklasa, Ber. d. dtsch. Botan. Ges. **22**, 460, 1904.

[4]) J. Stoklasa, A. Ernest und K. Chocenský, H. **50**. 303, 1907; **51**, 156, 1907.

[5]) J. Bodnár, Bio. Z. **73**, 193, 1916.

[6]) G. Muenk, Chem. Centralbl. **1915**, I, 163; Landw. Versuchsst. **85**, 396, 1914.

[7]) Untersuchungen über glykolytische Vorgänge in grünen Pflanzen hat neuerdings L. Genevois (Bio. Z. **186**, 461, 1927) mit Algen vorgenommen; er fand neben CO_2 und Alkohol fixe Säuren, deren Natur jedoch nicht ermittelt wurde.

Bei den besonders gearteten energetischen Verhältnissen der höheren Pflanzen würde ein Fehlen oder spärliches Auftreten von Milchsäure unter normalen Verhältnissen ebenso erklärlich erscheinen wie für den ordnungsmäßig funktionierenden Tierkörper. Falls bei den vorerwähnten positiven Befunden die Mitwirkung von Bakterien keine Rolle spielt, hat man anzunehmen, daß es bei den vegetabilischen Zellen hauptsächlich unter anaeroben Bedingungen zu einer Anhäufung von Laktat kommen kann.

Man darf erwarten, daß die Fähigkeit zur Milchsäurebildung auch den höheren Pflanzenzellen nicht abgeht, und man darf weiter folgern, daß die Milchsäure durch ein biologisches Agens aus der Vorstufe hervorgeht, die wir für die Bakterienzellen, die Pflanzensamen und die tierischen Gewebe als Quelle der Milchsäure erkannt haben, nämlich aus dem Methylglyoxalhydrat.

Nur ein einziger Versuch liegt bisher vor, gemäß dem Methylglyoxalhydrat durch grüne Pflanzenteile zu Milchsäure stabilisiert wird, nämlich unsere erwähnte Beobachtung [1]), daß Tabakblätter zur Zeit der Erntereife imstande sind, zugefügtes Methylglyoxalhydrat quantitativ umzuwandeln. Eine Isolierung der mit ziemlicher Gewißheit hierbei entstandenen Milchsäure war damals unterblieben. Um diese Lücke, die sowohl in systematischer Hinsicht als in unserer theoretischen Erkenntnis bestand, auszufüllen, haben wir Versuche mit grünen Blättern der folgenden Pflanzen ausgeführt: Buchen (Fagus silvatica), Dahlien, Ginkgo biloba, Platanen, Wilden Wein (Ampelopsis Veitschi), Wirsingkohl (Brassica saband a).

Mit allen diesen Blättern, die im Spätherbst gepflückt worden waren, erzielten wir die vollständige Überführung zugesetzten Methylglyoxalhydrats in Milchsäure. Dabei ist es bemerkenswert, daß trotz des sehr verschiedenen Platzes der herangezogenen Gewächse im natürlichen Pflanzensystem der Gehalt an Ketonaldehydmutase unzweifelhaft festgestellt werden konnte. Die Zeit, die zur Umwandlung des Methylglyoxalhydrats nötig war, schwankte zwischen 18 Stunden und 4 Tagen, sofern ein Blätterbrei verwendet wurde. Der Preßsaft von Blättern des Wilden Weins und der Platane wirkte schneller, allerdings ist in diesen Fällen mehr Ausgangsmaterial verwendet worden. Bemerkt sei, daß wir mit den erwähnten Blättersorten fast vollständig optisch inaktive Milchsäure erhalten haben. Das in Substanz und in praktisch quantitativer Ausbeute isolierte Zinklaktat wies keinerlei Drehkraft auf; in seinen Mutterlaugen waren Spuren rechtsdrehenden Salzes, also geringe Mengen lävogyrer Milchsäure zugegen. Dies stimmt mit den Angaben der Literatur, auch mit den aus letzter Zeit herrührenden Befunden van Kampens (l. c.) überein, daß die Milchsäure, die in Vegetabilien präformiert ist, aus dem Razemat besteht.

Diese Menge der von Natur aus vorgebildeten Milchsäure ist jedenfalls in unseren Fällen so gering gewesen, daß wir in Kontrollversuchen, d. h. aus den für sich antiseptisch mazerierten Blättern bzw. in den aus ihnen gewonnenen Säften, überhaupt kein kristallisiertes Zinklaktat zu isolieren vermochten. Be-

[1]) C. Neuberg und M. Kobel, l. c.

kanntlich enthalten Pflanzensäfte eine große Reihe verschiedener organischer Substanzen, deren einfache Trennung von der zu erwartenden Milchsäure nicht ohne weiteres möglich ist. Die Anwesenheit an solcher unsere Aufgabe störender Substanzen verriet sich dadurch, daß auch nach Behandlung der Blättermazerate mit Quecksilberchlorid und Salzsäure [1]) (Entfernung spärlicher Eiweißmengen) nach Beseitigung von Kohlenhydraten mit Kupfersulfat plus Kalk [2]) sowie auch nach Reinigung mit Bleiazetat die Oxydation mit Permanganat, wie sie zur Bestimmung der Milchsäure (als Azetaldehyd) nach dem Verfahren von Clausen und bei dessen Modifikationen angewendet wird, einen außerordentlich großen Verbrauch von Permanganat beansprucht. Dabei gehen auch andere Produkte in das Destillat über, so daß dadurch und wegen seiner großen Verdünnung sowie wegen langer Dauer der Operation die Azetaldehyd-Bestimmung ganz ungenau wird. Wir haben deshalb den schwierigeren, aber sicheren Weg beschritten, die entstandene Milchsäure in Substanz zu isolieren, u. z. in Gestalt des Zink-Laktates.

An Hand der von uns stets verwendeten p-Nitrophenylosazonprobe [3]) kann man sich leicht von dem fortschreitenden Verschwinden des Methylglyoxalhydrats überzeugen. Zu diesem Zwecke wird eine klar zentrifugierte Probe mit einer Lösung von essigsaurem p-Nitrophenylhydrazin versetzt und etwa 10 Minuten bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Methylglyoxal bildet das charakteristische rote Di-p-nitrophenylhydrazon sofort oder nach ganz kurzem Stehen in der Kälte, während die massenhaft vorhandenen Zucker unter diesen Umständen nicht reagieren. (Sie liefern erst beim Erhitzen Osazone.) Zum Vergleich haben wir aber stets Proben der methylglyoxalfreien Kontrollansätze ebenso mit essigsaurem p-Nitrophenylhydrazin behandelt; sie ergaben in der Zeit von 10—15 Minuten trotz ihres hohen Zuckergehaltes in der Kälte keine Niederschläge. Auf diese Weise kann man konstatieren, daß die beim Ansetzen der Versuche zunächst starke Fällung des Methylglyoxalderivates allmählich schwächer wird und nach der bei den einzelnen Versuchen angegebenen Zeit ausbleibt.

Wenn dieser Zustand erreicht ist, werden die Mazerate zur Vermeidung größerer Verluste mit der gleichen Menge Wasser verdünnt und zentrifugiert. Die erhaltene klare Flüssigkeit wurde aufgekocht und dann im Faust-Heimschen Verdunstungskasten zum Syrup konzentriert. Dieser wurde mit Phosphorsäure oder Kaliumbisulfat gegen Kongo angesäuert und dann mit frischgeglühtem Dinatriumsulfat zu einem feinen mehlartigen Pulver verrieben. Auf diese Weise erhält man ein Material, aus dem man nach der alten, in Vergessenheit geratenen Methode von C. Neuberg und L. Langstein [4]) in sehr viel bequemerer und schnellerer Weise als sonst die Milchsäure durch einfache Extraktion im Soxhletapparat ausziehen kann. Die nach Verdampfen des Äthers verbliebene rohe Milchsäure wird dann in üblicher Weise von flüchtigen Bestand-

[1]) Vielfach fällt mit diesem Reagenz überhaupt nichts aus.

[2]) Von diesen beiden Substanzen sind wegen des bedeutenden Zuckergehaltes so gewaltige Menge erforderlich, daß die Volumenfehler beträchtlich werden.

[3]) C. Neuberg und E. Kansky, Ber. **41**, 956, 1908; Bio. Z. **49**, 504, 1913.

[4]) C. Neuberg und L. Langstein, Ber. d. Berl. physiolog. Ges. **1902**, 114 und C. Neuberg, „Der Harn" **1911**, S. 249.

teilen durch Abdampfen, von fällbaren Verunreinigungen durch Digerieren mit Bleikarbonat befreit und nach Behandlung mit Schwefelwasserstoff durch andauerndes Kochen mit alkalifreiem Zinkoxyd in das Zinksalz übergeführt. Bei diesen Prozeduren findet zugleich eine Aufhellung des anfangs dunklen Extraktgutes statt. Nach völliger Entfärbung der Zinklaktatlösung mit Knochenkohle scheidet sich in den Hauptversuchen beim Einengen das Salz in fester Form ab, das sich durch die schnell erfolgende Kristallisation schon von vornherein als Razemat zu erkennen gab.

Bei genau gleicher Behandlung lieferten die Kontrollproben nur kleine Mengen syrupöser Substanz, aus der in keinem Falle milchsaures Zink auskristallisierte. Übrigens war auch die Thiophenreaktion nach Fletcher-Hopkins mit dem Endprodukt der Kontrollproben höchstens angedeutet, während sie in den Zinksalzlösungen aus den Hauptansätzen sofort außeraus kräftig und typisch eintrat.

Wir können vorläufig nichts über den absoluten Gehalt der untersuchten Pflanzenmaterialien an Ketonaldehydmutase aussagen; aber die Tatsache der weiten Verbreitung dieses Enzyms auch in grünen Pflanzenteilen verdient Beachtung und sie bildet ein weiteres Argument zugunsten der Anschauung, daß Ketonaldehydmutase nahezu omnizellulär ist und daß ihr Substrat Methylglyoxalhydrat als Vorstufe der Milchsäure zu gelten hat.

I. Versuche mit Blättern von Wildem Wein.

A. Versuche mit Blätterbrei.

a) Hauptversuch.

250 g frischer Blätterbrei wurden mit 740 ccm Wasser, 10 g Calziumkarbonat sowie 20 ccm Toluol gut durchgeschüttelt und dann mit 10 ccm 10 prozentiger wässeriger Methylglyoxallösung (= 1,0 g $CH_3 . CO . CHO$) versetzt. Letzteres war in üblicher Weise nach der Vorschrift von H. O. L. Fischer und C. Taube dargestellt. Das Gesamtvolumen betrug 1000 ccm. Das Reaktionsgemisch wurde unter öfterem Umschütteln bei 37° aufbewahrt.

b) Vergleichsversuch ohne Methylglyoxal.

250 g Blätterbrei, 750 ccm Wasser, 10 g Calziumkarbonat, 20 ccm Toluol.

Nach 18 Stunden war im Hauptansatz das gesamte Methylglyoxal verschwunden. 940 ccm des Gemenges wurden mit 940 ccm Wasser vermischt und zentrifugiert. 1000 ccm des klaren Zentrifugates, entsprechend 500 ccm Urlösung wurden zur Isolierung der Milchsäure im Faust-Heimschen Verdunstungskasten eingeengt; dann wurde mit Phosphorsäure gegen Kongo schwach angesäuert und der Syrup mit frisch geglühtem Natriumsulfat zu einem feinen Pulver verrieben. Dieses wurde an einem Soxhletapparat 18 Stunden mit Äther extrahiert. Die ätherische Lösung lieferte nach Abdestillieren des Äthers einen dicklichen Rückstand. Derselbe wurde mit Wasser aufgenommen, zur Entfernung flüchtiger Säuren etwa ½ Stunde auf siedendem Wasserbade erhitzt und dann auf gewohnte Art nacheinander mit alkalifreiem Bleikarbonat, Schwefelwasserstoff und Zinkoxyd behandelt. Die gewonnene Zinklaktatlösung wurde auf dem Wasserbade

konzentriert. Da sie noch gelb gefärbt war, wurde sie durch Kochen mit Tierkohle geklärt. So erhielt man eine fast farblose Flüssigkeit, die nach Einengen auf ein kleines Volumen gut kristallisiertes Zinklaktat lieferte. Die Ausbeute (aus 500 ccm Urlösung) belief sich auf 0,95 g milchsaures Zink; ber. 1,03 g[1]). Nach wiederholter Umkristallisation wurde es polarisiert und analysiert. Es war vollkommen optisch inaktiv.

0,1237 g lufttrockenes Salz gaben bei 108°
0,0223 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen
0,0342 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$. Ber. H_2O = 18,18%; ZnO = 27,35%;
gef. H_2O = 18,03%; ZnO = 27,65%.

Der Vergleichsversuch wurde ebenso aufgearbeitet wie der Hauptansatz; er lieferte nur geringe Mengen eines hellgelben Syrups, aus dem keine Spur kristallisiertes Salz zu gewinnen war.

B. Versuche mit Preßsaft aus Blättern von Wildem Wein.

1 kg Weinblätterbrei wurden mit 1 l destilliertem Wasser und 50 ccm Toluol 1 Stunde bei Zimmertemperatur digeriert und dann ausgepreßt. Dabei wurden 950 ccm Saft erhalten. Dieser Saft wurde mit 10 ccm 10 prozentiger Methylglyoxallösung, 10 g Calziumkarbonat und 20 ccm Toluol unter öfterem Umschütteln bei 37° aufbewahrt. Gesamtvolumen 960 ccm. Bereits nach 12 Stunden war kein Methylglyoxal mehr nachzuweisen. Nun wurde zentrifugiert, und 800 ccm des Zentrifugats wurden in gleicher Weise auf milchsaures Zink verarbeitet, wie es bei dem ersten Versuch beschrieben ist. Ausbeute hieraus 1,5 g Zinklaktat, ber. 1,72 g.

0,1318 g lufttrockene Substanz gaben bei 108°
0,0240 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen
0,0355 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$. Ber. H_2O = 18,18%; ZnO = 27,35%;
gef. H_2O = 18,21%; ZnO = 26,94%.

II. Versuche mit Platanenblättern.

A. Versuche mit Blätterbrei.

a) Hauptversuch.

200 g frischer Blätterbrei,
790 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
10 ccm 10 prozentige Methylglyoxallösung,
20 ccm Toluol.
Gesamtvolumen 1000 ccm.

---

[1]) Wie man sieht, ist die Ausbeute fast quantitativ. In unserer Abhandlung Ann. Acad. Fenn. [A] **29**, 1927 (Komppa-Festschrift) sind die Ausbeuten aus den angegebenen Zahlen für Zinklaktat falsch berechnet, indem irrtümlicherweise 1 Mol. Zinklaktat gleich 1 Mol. Milchs. (statt = 2 Mol) gesetzt ist. Berücksichtigt man diesen Rechenfehler, so ergibt sich auch für die dort mitgeteilten Hefenversuche ein hoher Ertrag an Milchsäure.

b) Vergleichsversuch.

200 g frischer Blätterbrei,
800 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
20 ccm Toluol.

Im Hauptansatz war das Methylglyoxal nach 18 Stunden verschwunden. Die Isolierung der Milchsäure als Zinklaktat erfolgte auf die vorher angegebene Art.

Ausbeute 0,90 g $Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$ aus 500 ccm des Reaktionsgemisches; ber. 1,03 g.

0,1242 g lufttrockene Substanz gaben bei 108°
0,0224 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen
0,0340 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$. Ber. H_2O = 18,18%, ZnO = 27,35%;
gef. H_2O = 18,04%, ZnO = 27,38%.

Auch hier konnte aus dem Vergleichsversuch kein kristallisiertes Zinklaktat erhalten werden.

B. Versuche mit Platanenblättersaft.

600 g Platanenblätterbrei wurden mit 1200 ccm Wasser und 50 ccm Toluol 1 Stunde bei Zimmertemperatur belassen und dann ausgepreßt. Aufgefangen wurden 1,2 l Saft.

Ansatz.

1190 ccm Saft,
10 g Calziumkarbonat,
10 ccm 10 prozentige Methylglyoxallösung,
20 ccm Toluol.
Gesamtvolumen 1200 ccm.

Nach 13 Stunden war kein Methylglyoxal mehr vorhanden. Zur Isolierung der Milchsäure wurden 1000 ccm des klaren Zentrifugats benutzt. Ausbeute 1,6 g inaktives Zinklaktat; ber. 1,72 g.

0,1235 g lufttrockenes Salz gaben bei 108°
0,0221 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen
0,0336 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$. Ber. H_2O = 18,18%, ZnO = 27,35%;
gef. H_2O = 17,89%, ZnO = 27,21%.

III. Versuche mit Dahlienblättern.

a) Hauptversuch.

250 g Blätterbrei,
740 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat.
10 ccm 10 prozentige Methylglyoxallösung,
20 ccm Toluol.

Nach 2 Tagen wurde nochmals 250 g frischer Blätterbrei hinzugefügt. Gesamtvolumen 1250 ccm.

b) Vergleichsversuch.

250 g frischer Blätterbrei,
750 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
20 ccm Toluol.

Nach 2 Tagen Zugabe von 250 g Blätterbrei.

Dauer der Dismutation 4 Tage. Ausbeute 0,9 g inaktives Zinklaktat aus 750 ccm Reaktionsgemisch (Hauptansatz); ber. 1,24 g.

0,1203 g lufttrockenes Salz gaben bei 108° 0,0212 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen 0,0332 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3\,H_2O$. Ber. $H_2O = 18{,}18\%$, $ZnO = 27{,}35\%$;
gef. $H_2O = 17{,}62\%$, $ZnO = 27{,}60\%$.

Aus dem Vergleichsansatz wurde nur eine kleine Menge nicht kristallisierenden gelben Syrups erhalten.

IV. Versuche mit Gingkoblättern.

a) Hauptversuch.

180 g Blätterbrei,
710 ccm Wasser,
9 ccm 10 %ige Methylglyoxallösung,
9 g Calziumkarbonat,
18 ccm Toluol.

Nach 3 Tagen ein nochmaliger Zusatz von 180 g frischen Blätterbreis. Gesamtvolumen 1080 ccm.

b) Vergleichsversuch.

100 g Blätterbrei,
400 ccm Wasser,
5 g Calziumkarbonat,
10 ccm Toluol.

Nach 3 Tagen wurden 100 g Blätterbrei hinzugegeben. Nach 4 Tagen war im Hauptansatz kein Methylglyoxal mehr zugegen.

Aus 700 ccm der Urlösung wurde 1,1 g inaktives Zinklaktat erhalten; ber. 1,34 g.

0,1239 g lufttrockenes Salz gaben bei 108° 0,0224 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen 0,0337 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3\,H_2O$. Ber. $H_2O = 18{,}18\%$, ber. $ZnO = 27{,}35\%$,
gef. $H_2O = 18{,}08\%$, gef. $ZnO = 27{,}20\%$.

V. Versuche mit Wirsingkohlblättern.

a) Hauptversuch.

250 g Blätterbrei,
740 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
10 ccm 10%ige Methylglyoxallösung
20 ccm Toluol.

Nach 2 Tagen erneuter Zusatz von 250 g frischem Blätterbrei.
Gesamtvolumen 1250 ccm.

b) Vergleichsversuch.

250 g frischer Blätterbrei,
750 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
20 ccm Toluol.

Nach 2 Tagen Zugabe von noch 250 g Blätterbrei.

Nach 4 Tagen war das Methylglyoxal im Hauptversuch vollkommen umgesetzt. Aus 850 ccm des Reaktionsgemisches wurde 1,1 g inaktives Zinklaktat (ber. 1,40 g) erhalten, während der Vergleichsansatz bei derselben Aufarbeitung keine Spur eines kristallisierten Salzes lieferte.

0,1244 g lufttrockenes Salz gaben bei 108° 0,0225 g H_2O ab und hinterließen nach dem Glühen 0,0341 g ZnO.

$Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$. Ber. $H_2O = 18{,}18\%$, ber. $ZnO = 27{,}35\%$;
gef. $H_2O = 18{,}09\%$, gef. $ZnO = 27{,}41\%$.

VI. Versuche mit Buchenblättern.

a) Hauptversuch.

200 g frischer Buchenblätterbrei,
790 ccm Wasser,
10 g Calziumkarbonat,
10 ccm 10%ige Methylglyoxallösung,
20 ccm Toluol.
Gesamtvolumen 1000 ccm.

b) Vergleichsversuch.

150 g Blätterbrei,
600 ccm Wasser,
7,5 g Calziumkarbonat,
15 ccm Toluol.

Vollständiges Verschwinden des Methylglyoxals nach 2 Tagen. Die Aufarbeitung dieser Ansätze erfolgte wie bei den früheren Versuchen. Die Lösung des Zinklactats kristallisierte hier nur unvollständig. Da sie jedoch durch die Vorbehandlung weitgehend gereinigt war, konnte sie nach dem Oxydations-Titra-

tions-Verfahren analysiert werden; es wurde die theoretische Menge Milchsäure gefunden.

In weiteren Vergleichsversuchen wurde der Betrag einer unspezifischen Umwandlung des Methylglyoxals festgestellt: er belief sich auf 3 bis 9%, je nach der Zeitdauer der Versuche. Der Gehalt an noch vorhandenem Methylglyoxalhydrat wurde stets durch Darstellung und Wägung des p-Nitro-phenylosazons ermittelt. —

Anhangsweise sei mitgeteilt, daß die in den Blättern von Wildem Wein enthaltene Ketonaldehydmutase auch Phenylglyoxal-hydrat dismutiert und in Mandelsäure überführt. Wir erhielten diese in einem orientierenden Versuch in kristallisierter Form.

Über die Verbreitung des Azotobakters im Boden unter Berücksichtigung der dabei maßgebenden Verhältnisse.

Kurzer Bericht aus hiesigen einschlägigen Institutsarbeiten
von H. Niklas - Weihenstephan.

Mit der Verbreitung des Azotobakters im Boden haben sich schon zahlreiche Forscher der verschiedensten Länder beschäftigt. Dabei waren die Meinungen oft gerade ganz entgegengesetzt. Während die einen dieses wichtige freilebende, stickstoffsammelnde Bakterium als überall vorhanden, sozusagen als echten Kosmopoliten bezeichneten, der überhaupt in keinem Boden fehlen sollte, konnten es andere wiederum in sehr vielen Böden nicht nachweisen. Letztere versuchten dann auch manchmal die Ursache seines Fehlens anzugeben. Bald vermutete man zu niedrige Temperatur, zu starkes Austrocknen des Bodens, Mangel an Durchlüftung, manchmal Fehlen von Nährstoffen, hauptsächlich von organischen und von Phosphorsäure, oftmals gab man als Ursache seines Nichtvorhandenseins saure Reaktion oder Mangel an basischen Stoffen an und nicht zuletzt sollten auch Gifte und Hemmungsstoffe die Azotobakterverbreitung beeinflussen.

Da man sich gerade wieder in jüngster Zeit lebhaft für den landwirtschaftlich so wichtigen stickstoffsammelnden Azotobakter interessierte, so war es, zumal im hiesigen Institut, wo Tag für Tag Bodenproben aus den verschiedensten Orten Deutschlands zur Feststellung ihres Nährstoffbedürfnisses einlaufen, zweckdienlich, im Zusammenhang damit auch das natürliche Vorkommen von Azotobakter im Boden festzustellen und die Beziehungen zu studieren, die an seinem allenfallsigen Fehlen schuld sein dürften. Die folgenden Ausführungen stützen sich insbesondere auf die hier durchgeführten Untersuchungen von H. Poschenrieder.

Es nicht nur wichtig, zu wissen, ob Azotobakter in einem Boden vorkommt oder ob er darin fehlt, sondern die Hauptsache ist, daß wir die Faktoren kennen, die schuld an seinem Nichtvorhandensein sind. Wir haben somit in erster Linie festzustellen, in welcher Menge Azotobakter im Boden vorhanden ist und dann zu untersuchen, welcher wichtige Faktor zu einem guten Gedeihen desselben im Boden fehlt. Dann können wir auch durch entsprechende Kulturmaßnahmen und durch geeignete Düngung diesen Organismen die Bedingungen schaffen, die für ihre Lebenstätigkeit notwendig sind. Erst die Berücksichtigung der Lebensbedingungen des Azotobakters im Boden ermöglicht eine erfolgreiche Bodenimpfung mit stickstoffsammelnden Bakterien. Schreibt doch Löhnis-Leipzig mit Recht folgendes: „Wertvolle Nutzpflanzen und hochgezüchtete Tiere versagen, wenn ihnen nicht die zweckentsprechende Ernährung und Pflege zuteil wird und können auch die an sich zu größter Leistung befähigten Mikroorganismen dann nichts leisten, wenn sie nicht die zusagenden Existenz-

bedingungen vorfinden. Wollten wir einen rohen ungaren Acker mit Reinkulturen kräftig stickstoffbindender Bakterien impfen in der Hoffnung, uns damit ohne alle Mühe große Ernten zu sichern, so würden wir ebenso töricht handeln, als wenn wir das Getreide auf der harten Straße aussäen oder von einer Kuh hohe Milcherträge erwarten wollten, ohne ihr die nötige Nahrung und Pflege zu gewähren. .... Vielmehr gilt es vor allem auch über die Lebensbedingungen der in Frage kommenden Mikroben genaue und umfassende Kenntnisse zu gewinnen"[1]).

Von den das Azotobaktervorkommen weitgehend beeinflussenden Faktoren steht besonders die Reaktion des Bodens an erster Stelle. Schon die alten Bakteriologen haben von jeher die Wichtigkeit der Bodenreaktion für das Bakterienleben erkannt. Da ihnen aber genauere Kenntnis der verschiedenen Aziditätsformen noch fehlte, so begnügten sie sich mit Untersuchungen mehr elementarer Art, indem sie meist durch die fördernde Wirkung des Kalk bzw. der neutralen oder alkalischen Reaktion auf die gesamte Bakterienflora einzuwirken versuchten. Besonders interessierten schon damals die Stickstoffsammlungsvorgänge im Boden. Nachdem nun im letzten Jahrzehnt das Wesen und die Bestimmung der Bodenazidität durch die Arbeiten einer Reihe von Forschern eine wesentliche Klärung erhalten hatten, gewannen die Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Azidität und Mikroflora erneut an Bedeutung. Infolgedessen befassen sich auch zahlreiche neuere Arbeiten mit diesem Gegenstande. So fand Kappen bei der Feststellung der Beziehungen zwischen Azotobakterentwicklung und Stickstoffsammlung zur Bodenreaktion, daß bereits eine hydrolytische Azidität von 2—5 ccm n/10 NaOH in 100 g Trockenboden schädlich wirkte. Ferner schließen nach Befunden von Remy schon geringe Grade von hydrolytischer Azidität die Stickstoffbindung praktisch so gut wie aus. Gainey konnte in Erden, die saurer waren als pH = 5,9 fast nie Azotobakter finden. Beim Einimpfen dieses Bakteriums in Erde von einer pH unter 6,0 verschwand es sehr schnell. Waksmann fand Azotobakter in einem gekalkten Boden mit pH = 6,2 — 6,4, nicht aber in einem angrenzenden ungekalkten mit pH 5,4 — 5,6. Nach Bondorf geht Azotobakter binnen 24 Stunden ein, wenn die aktuelle Azidität saurer als 6,7 pH wird und Gainey und Batschelor geben als Grenze für die Entwicklung verschiedener Azotobakterkulturen im Boden eine pH von 5,9—6,0 an. Auch die umfangreichen Arbeiten von H. R. Christensen über diesen Gegenstand sind bekannt. Wir selber konnten bei Böden von pH unter 5,5 keine, von pH 6,0 ab eine schwache und bei pH über 6,5 in den meisten Fällen eine kräftige Azotobakterentwicklung beobachten.

Wir haben nun bei der Prüfung von etwa 1400 Böden (Acker-, Wiesen-, Weide-, Moor-, Wald- und Gartenböden) auf ihre Reaktion und auf ihr natürliches Azotobaktervorkommen gefunden, daß das Vorkommen und die Verbreitung des Azotobakters im Erdboden durch die Reaktion des Bodens weitgehend bedingt ist. Mit abnehmender Wasserstoffionenkonzentration und mit fallender Azidität nimmt sowohl die Häufigkeit des Azotobaktervorkommens als auch die Inten-

---

[1]) Siehe hierzu auch Stoklasa und Doerell, Handbuch der biophys. u. biochem. Bodenuntersuchung. Vlg. Parey.

sität der Azotobakterentwicklung zu. Azotobakter ist somit in Böden von neutraler und alkalischer Reaktion sehr häufig zu finden. Da bekanntlich die Reaktion des Bodens hauptsächlich von dessen Gehalt an basischen Substanzen, besonders aber an Kalk bedingt wird, so muß selbstverständlich auch zwischen Kalkgehalt und dem natürlichen Vorkommen von Azotobakter eine Beziehung bestehen, was auch schon längst erkannt wurde.

Auch hier erhielten wir bei der orientierenden Untersuchung von ca. 10 000 Böden sehr schöne Übereinstimmungen. Man trifft Azotobakter in denjenigen Böden, die bei Säurezusatz aufbrausen und zwar besonders häufig und bei allen den Böden, die stark und sehr stark brausen, fast in allen Fällen an. Man kann sagen, daß mit steigendem Kalkgehalt nicht nur das Azotobaktervorhandensein sondern auch die Intensität des Azotobakterwachstums zunimmt. Dies fanden wir auch praktisch bestätigt, wenn wir Wald, Wiesen und Ackerböden bezüglich ihrer natürlichen Azotobakterverbreitung vergleichen. In den meist sauren bezw. kalkarmen Waldböden findet er sich prozentual am seltensten, häufiger dagegen schon in den weniger kalkbedürftigen Wiesen- und am häufigsten in den mehr neutralen und alkalischen Ackerböden, welch letztere also auch stets einen größeren Gehalt an basischen Substanzen aufweisen. Bei obigen Untersuchungen wurde also bereits eine weitgehende Abhängigkeit des natürlichen Azotobaktervorkommens von der Reaktion und dem Basengehalte des Bodens festgestellt [1]). Da sich aber das Ausbleiben einer Azotobaktervegetation in der ungeimpften, kalkhaltigen Mannitlösung außer der Reaktion und dem Basenmangel der Böden auch noch auf andere Faktoren wie Armut an Nährstoffen im Boden usw. zurückführen läßt, so ist es klar, daß manchmal diese gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Reaktion bezw. Basengehalt der Böden und natürlicher Azotobakterverbreitung nicht so scharf zum Ausdruck gelangen. Aus diesem Grunde wurden zum Vergleiche die mit den Böden versetzten Lösungen noch mit Azotobakter geimpft und wir haben im ganzen auf diese Weise 1779 Böden geprüft.

Während nämlich nach C h r i s t e n s e n das Erscheinen einer Azotobaktervegetation in der nichtgeimpften kalkhaltigen Mannitlösung, d. h. in der Vollnährlösung den mikrobiologischen Zustand des Bodens, also Zugegen- oder Nichtzugegensein des Azotobakters anzeigt, gibt uns ein Azotobakterwachstum in der geimpften, kalkfreien Assimilationslösung über den chemischen Zustand d. h. über die Basizität des Bodens Aufschluß. Durch Einimpfen des Azotobakters in die geimpfte kalkfreie Vollnährlösung kommt dessen Abhängigkeit von der Reaktion bezw. von dem Kalkgehalte des Bodens viel deutlicher zum Ausdruck, zumal hier gerade durch das Impfen alle anderen auf das Vorhandensein von Azotobakter im Boden einen störenden Einfluß ausübenden Faktoren (Mangel an P_2O_5, aufnehmbaren Humusstoffen, schlechte physikalische Bodeneigenschaften usw.) ausgeschaltet sind.

---

[1]) C h r i s t e n s e n und L a r s e n benutzten die Empfindlichkeit des Azotobakters, um eine Kalkbestimmungsmethode auszubauen, die heute noch in den verschiedensten Instituten Verwendung findet.

Am besten sehen wir dies an folgender Tabelle:

Anzahl der Böden	Azotobakterentwicklung in %				
	a) ungeimpfter kalkhaltiger Lösung		Anzahl der Böden	b) geimpfter kalkfreier Lösung	
236	negativ 13%	positiv 87%	125	negativ 3%	positiv 97%

Hierbei wurden nur Böden verwendet, die eine pH über 7,0 im KCL-Auszug haben. Bei a) haben wir in 13% keine Azotobakterentwicklung zu verzeichnen, in b) nur in 3%. Im ersteren Falle war Azotobakter im Boden gar nicht vorhanden. Da die Reaktion dafür nicht verantwortlich gemacht werden kann, so dürften andere Faktoren schuld an dem Fehlen sein. Im zweiten Falle wurde Azotobakter in die Lösung geimpft und er somit nur von der Reaktion bzw. von dem Basengehalt abhängig gemacht. Ob bei den drei negativen Befunden die Impfkultur versagte oder ob andere unbekannte Faktoren wie Gifte oder Stoffwechselprodukte im Boden das Aufkommen einer Azotobaktervegetation verhinderten, wurde nicht näher untersucht.

Nachdem wir uns über den wichtigen Einfluß der Reaktion und des Kalkgehaltes der Böden auf die Verbreitung des Azotobakter im Boden Gewißheit verschafft haben, versuchten wir auch den Einfluß der Phosphorsäure festzustellen, zumal dieselbe ja für alle Lebewesen unbedingt notwendig ist. Dies gilt natürlich auch für das Bakterium Azotobakter, das in seiner Trockensubstanz nach den Befunden von Stoklasa etwa 60% P_2O_5 enthält. In Nährlösungen ohne Phosphorsäure wird man Azotobakter auch nie zur Entwicklung bringen können. Azotobakter stellt sogar bezüglich seines Phosphorsäurebedarfes ähnliche Ansprüche an den Boden wie unsere verwöhntesten Kulturpflanzen. Bei dem Bedarf des Azotobakters an Phosphaten handelt es sich aber nicht allein um die Phosphorsäuremengen, sondern vor allem um die Phosphorsäurelöslichkeit und -Aufnehmbarkeit analog dem natürlichen Verhältnis zwischen Pflanzen und Boden. Es wurde hier quantitativ und qualitativ nachgewiesen, daß die verschiedenen Phosphate und phosphorhaltigen Düngemittel einen ganz bestimmten Grad von „Azotobakterlöslichkeit" besitzen. Das selbstverständlich auch der Phosphorsäuregehalt der Böden auf das natürliche Vorkommen von Azotobakter einen Einfluß ausübt, dürfte ohne weiteres verständlich sein. So sind nach unseren Untersuchungen an einem zahlreichen Bodenmaterial gerade die phosphorsäurereichen Böden besonders azotobakterreich, wie aus Tabelle II hervorgeht.

Tabelle II

an Phosphorsäure	Zahl der Böden	Azotobakterentwicklung in %			
		0	+	++	+++
arm . . .	58	10	20	55	15
reich . .	75	1	2	17	80

Bei dieser Prüfung der Zusammenhänge zwischen natürlichem Azotobaktervorkommen und Phosphorsäuregehalt der Böden verwendet man zur Feststellung des Phosphorsäuregehaltes am besten das Bakterium Azotobakter selbst.

Wir geben in einem Erlenmeyerkolben einige Gramm Boden, dazu eine Mannitlösung ohne Phosphorsäure und impfen Azotobakter hinzu. Somit wird er gezwungen, seinen Phosphorsäurebedarf allein aus dem Boden zu decken. Vorausgesetzt, daß alle anderen wichtigen Nährstoffe sowie zusagende Reaktion vorhanden sind, hängt also die Entwicklung des Azotobakters allein von der Menge und Ausnutzbarkeit der Phosphate ab. Sind diese in genügender und in genügend aufnehmbarer Form und Menge vorhanden, so kann sich Azotobakter auch gut entwickeln. Bei Mangel an Phosphorsäure oder beim Vorhandensein schwer löslicher Phosphorsäure wird sich natürlich das Azotobakterwachstum dementsprechend einstellen. Auf diese Weise ist es uns also möglich, nicht nur einen Boden auf seine Phosphorsäurebedürftigkeit, sondern auch auf seine Azotobakterfähigkeit bezüglich der Phosphorsäure zu prüfen. Bei der Prüfung der Beziehungen zwischen natürlichem Azotobaktervorkommen und dem Phosphorsäuregehalt der Böden verwendeten wir zur Ausschaltung von anderen die Ergebnisse evtl. beeinflussender Faktoren nur neutrale und alkalische Böden (pH 6,51 — über 7,0 im KCL-Auszug). Diese Proben stammten meist aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und weisen im allgemeinen einen genügenden Vorrat an Humus auf.

Da nun die geprüften phosphorsäurereichen Böden stets, die weniger phosphorsäurereichen und daran armen Böden verhältnismäßig selten ein üppiges Azotobakterwachstum in der Vollnährlösung verursachten, so geht daraus hervor, daß Reichtum an Phosphaten die natürliche Azotobakterverbreitung wohl sehr begünstigt, Armut an Phosphorsäure den Azotobakter in seiner Entwicklung und Vermehrung erheblich schwächt. Ob vollkommenes Fehlen von Phosphorsäure im Boden auf Azotobakter tödlich einwirkt, darüber müßten noch eingehende Untersuchungen gemacht werden. Auf jeden Fall aber ist anzunehmen, daß, zumal wenn keine Vermehrungsfähigkeit mehr möglich ist, Azotobakter im Konkurrenzkampfe mit der übrigen Bakterienflora auf die Dauer nicht bestehen kann.

Mit dieser biologischen Azotobaktermethode haben wir bis jetzt sehr gute Übereinstimmung mit Neubauer- und mit Feldversuchen gehabt, worüber hier eingehende Untersuchungen von A. Hock und J. Roidl vorliegen. Wir sind schon daran gegangen und haben damit Beziehungen zwischen geologischer Bildung der Böden und ihrem Gehalt an wurzelaufnehmbarer Phosphorsäure festgestellt. Daß auch die natürliche Azotobakterverbreitung in Zusammenhang mit der Entstehung der Böden also mit der geologischen Formation steht, darüber werden wir noch ausführlicher in einer Sonderarbeit berichten. Es ist zum Beispiel selbstverständlich, daß die kalkhaltigen Kreideböden häufiger Azotobakter aufweisen als die sauren und oft geradezu nährstoffarmen und unfruchtbaren Urgesteinsverwitterungsböden.

Der für das Gedeihen von Azotobakter wichtige Nährstoff **Kali** dürfte in den meisten Böden für ein verhältnismäßig freudiges Gedeihen von Azotobakter

genügend vorhanden sein. Wir haben dies auch an Hunderten von Böden mittels des Azotobakters selbst bestätigen können.

Einen weit wichtigeren Lebensfaktor wie das Kali bildet ohne Zweifel für den Azotobakter der **Kohlenstoff,** in der Lösung die verschiedenen Zuckerarten, im Boden die Humustoffe. Leider ist es uns trotz vielfacher Bemühungen nicht ganz gelungen, diesen Stoff in seinen Umformungen mittels Azotobakter selbst exakt nachzweisen. Wir müssen eben bedenken, daß wir in natürlichem Boden ganz andere Bedingungen haben, wie in unseren Nährlösungen im Laboratorium. Im ersten Falle spielen eine große Reihe anderer Mikroben bei der Zersetzung der organischen Stoffe mit; wir haben im Boden ferner eine Arbeitsteilung, ein Nebeneinander- und ein Hintereinanderarbeiten. In den Elektiv-Nährlösungen jedoch begünstigen wir stets eine bestimmte Art von Kleinlebewesen. Daß der Humus nicht für die Kulturpflanzen, sondern auch für die Bakterien von großer Bedeutung ist, dürfte ja längst bekannt sein. So steigt nach Löhnis mit zunehmendem Humusgehalt die Stickstoffsammlung im Boden und auch wir fanden gerade die humusreichen Böden besonders reich an Azotobakterorganismen. Die zahlreichen Arbeiten Stoklasas auf diesem Gebiete dürften bekannt sein.

Aus dem Vorhergehenden haben wir nun gesehen, daß es vor allem die Reaktion und der Gehalt des Bodens an basischen Substanzen sind, die das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Azotobakter im Boden bedingen. Kali, Phosphorsäure und Humus spielen zwar eine wichtige, aber doch nicht in erster Linie entscheidende Rolle. Durch saure Reaktion wird nämlich Azotobakter direkt abgetötet, durch Fehlen von Nährstoffen in seiner Lebenskraft geschwächt und in seiner Lebenstätigkeit gehindert, so daß er dann im Konkurrenzkampf mit anspruchslosen Mikroorganismen allmählich unterliegen muß.

Mit diesen biochemischen Methoden prüfen wir einerseits den Nährstoffgehalt des Bodens und andererseits stellen wir fest, ob der Gehalt des Bodens an Nährstoffen für die Lebensfähigkeit und Lebenstätigkeit des Azotobakters ausreichend ist. Diese Untersuchungen beruhen also auf dem Prinzip des Volldüngungs- bzw. Mangelversuches wie bei den Düngungsversuchen. Man gibt daher zu dem zu analysierenden Boden eine Lösung mit bestimmten Nährsalzen. Durch Weglassen des einen oder anderen Nährstoffes wird dann Azotobakter gezwungen, sich denselben aus dem Boden zu holen. Enthält nun der Boden von dem zu prüfenden Nährstoff in genügender Menge, dann müssen wir auch eine gute Azotobakterentwicklung erhalten und können daraus schließen, daß im Boden für dieses Bakterium genügende Mengen des betreffenden Nährstoffes enthalten sind.

Wenn wir z. B. einen Boden in der Assimilationslösung (Vollnährlösung) auf sein natürliches Azotobaktervorkommen prüfen, so zeigt dieses Wachstum eigentlich nur das Vorhandensein bzw. die Entwicklungsfähigkeit von Azotobakterkeimen an. Ob aber der in unserer Mannitlösung kräftig wachsende Azotobakter einen charakteristischen Teil der betreffenden Bodenmikroflora bildete oder ob er sich gerade in einem tätigen Zustande befand — und auf den kommt es besonders an — das erfahren wir erst nach Bestimmung der ver-

schiedenen Wachstumsfaktoren, die dem Azotobakter in betreffendem Boden zur Stickstoff-Assimilation zur Verfügung stehen. Es muß also zwischen Azotobaktervorkommen im Boden, zwischen Azotobakterfähigkeit und Azotobaktertätigkeit der Böden strenge geschieden werden. Ein azotobakterfähiger Boden braucht nicht immer Azotobakter enthalten und ein azotobakterführender Boden braucht nicht immer azotobaktertätig sein. Wir verschaffen uns durch die biochemischen Prüfungen nicht nur Einblick in den Nährstoffhaushalt der Böden, sondern wir erhalten auch Aufschluß über Azotobakterfähigkeit und Azotobaktertätigkeit der Böden. Somit wäre es möglich, die Bodenimpfung auf neue Grundlagen zu bringen.

Früher gab man Impfstoffe auf Böden, ganz gleich, ob dieselben nährstoffarm oder nährstoffreich waren, ob sie Azotobakter enthielten oder nicht. Die vielen Mißerfolge sind somit erklärlich. In ungeeigneten und nährstoffarmen Böden mußte der eingeimpfte Azotobakter entweder zugrunde gehen, oder wurde zum mindesten in seiner Vermehrung und Tätigkeit gehemmt, in reichen Böden aber war Azotobakter an und für sich stark vertreten, so daß die wenigen Bakterien, die man durch die Impfung in den Boden brachte, die Stickstoff assimilierende Kraft desselben nicht erhöhen konnten. —

Nun sind schließlich noch die Einflüsse einiger physikalischer Faktoren kurz zu besprechen. Gegen Austrocknen ist ja bekanntlich Azotobakter sehr widerstandsfähig. Sogar in Bodenproben, die über 28 Jahre in fest verschlossenen, vor jeglicher Infektion geschützten Gefäßen aufbewahrt waren, konnten wir noch Azotobakter in der Anreicherungskultur zur Entwicklung bringen. Ebenso ergaben Wurzelstücke von verschiedenen Pflanzen, die man sogar einige Monate hatte austrocknen lassen und die vollkommen hart geworden waren zum großen Teil noch sehr starkes Azotobakterwachstum in der Vollnährlösung.

Übt nun auch die Durchlüftung oder der Luftgehalt des Bodens einen Einfluß auf das natürliche Vorkommen von Azotobakter aus? Erfahrungstatsache ist, daß gesteigerter Luftzutritt die Stickstoffassimilation entschieden fördert. Es sollen auch die oberen besser gelüfteten Bodenschichten reichlicher an Azotobakterorganismen sein oder eine intensive Stickstoffbindung zeigen wie die unteren. Trotzdem darf man nach Löhnis den Einfluß der mit einer Lockerung des Bodens verbundenen Steigerung der Durchlüftung nicht überschätzen.

Im Boden wurde Azotobakter wiederholt auch in größeren Tiefen nachgewiesen, doch wirken Humusvorrat und Luftbedürfnis dahin, daß ein reichliches Vorkommen nur in der obersten Erdschicht zu konstatieren ist. Wir haben daraufhin auch eine Reihe von Böden untersucht. Die Krumenproben stammten aus einer Tiefe bis zu 25, die Ackerböden bis zu 50 cm und mehr. Von den 243 Proben der Krume ergaben 36%, von den 243 des dazugehörigen Unterbodens 48% keine Azotobakterentwicklung. Ein größerer Unterschied zeigte sich nur beim Vergleiche mit der Stärke des Azotobakterwachstums insofern, als die Unterböden nur in 11%, die Oberböden dagegen in 20% der Fälle (also fast um das Doppelte mehr) ein starkes Azotobaktergedeihen in der Assimilationslösung verursachten.

Wenn auch diese landwirtschaftlich genutzten Böden in ständiger Bearbeitung sind, so dürften doch die Unterböden einer weniger starken Durchlüftung ausgesetzt sein als die Krumenböden. Die Durchlüftung des Bodens spielt nach unserer Ansicht in der Hauptsache mehr eine indirekte Rolle. Wenig bearbeitete und infolgedessen schlecht durchlüftete Böden weisen nämlich in der Regel auch mehr einen sauren Charakter auf. Wir fanden diese Vermutungen auch bestätigt. Es treffen von den 51 Böden, die eine pH unter 4,5 zeigen, nur 23% auf die Krumenböden, dagegen 77% (also fast um das dreifache mehr) auf die Unterböden. Von den 158 eine pH von 6,51—7,0 und bis über 7,0 aufweisenden Proben treffen 55% auf den Obergrund und 45% auf den Untergrund. Da im engen Zusammenhang mit der Reaktion der Böden auch deren Gehalt an Gesamtsäure steht, so ist es klar, daß bei der Prüfung von Krumen- und Unterböden auf das Azotobaktervorhandensein vor allem neben der Reaktion auch die Gesamtsäure berücksichtigt werden muß, falls man nicht zu Trugschlüssen gelangen soll. Wie bereits erwähnt, übt auch die Phosphorsäure einen gewissen Einfluß auf die Verbreitung des Azotobakters im Boden aus. Bei den von uns geprüften Böden waren auch die Oberböden im großen und ganzen phosphorsäurehaltiger als die diesbezüglichen Unterböden. Dies kam ebenfalls auch beim Vergleich des natürlichen Azotobaktervorkommens der Oberböden mit den der dazugehörigen Unterböden etwas zum Ausdruck. Trotzdem soll aber der Einfluß der Durchlüftung auf die Verbreitung des Azotobakters keineswegs in Abrede gestellt werden. Wir haben diesbezüglich noch einige Proben Rotklee, Wiesen- und Weideböden aus verschiedener Tiefe untersucht. Es wurden dabei solche herangezogen, die bezüglich ihrer Reaktion, ihres Kalk- und Phosphorsäuregehaltes keine besonderen Unterschiede zeigten, also Böden von ziemlich gleichmäßiger Beschaffenheit. Der eine Rotkleeboden vom mittleren Stand zeigte in 15 cm Tiefe ein mäßiges Azotobaktervorkommen. In einer Tiefe von 20—35 cm und von 35—60 cm war in der Anreicherungskultur überhaupt keine Azotobakterentwicklung zu erkennen. Der andere Boden mit gutem Kleebestand dagegen zeigte in 10—15 cm Tiefe eine starke, in 35—40 cm Tiefe keine Azotobakterentwicklung. Diese Rotkleeböden stammten aus einer Gegend von der Natur meist sauren Beschaffenheit, hatten aber eine Kalkdüngung erhalten. Ob das Fehlen von Azotobakter in den unteren Bodenschichten auf die geringe Durchlüftung zurückzuführen ist, muß vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Von dem Weideboden zeigt die Probe aus 20 cm Tiefe eine starke, aus 40 und 45 cm Tiefe keine Azotobaktervegetation an. Die Reaktion war in den Unterbodenproben sogar etwas günstiger. Die Wiesenprobe aus 10—15 cm Tiefe ergab eine schwache bis mäßige, aus 90 cm Tiefe keine Azotobakterentwicklung. Ob in beiden Fällen tatsächlich nur die Durchlüftung für das Fehlen von Azotobakter verantwortlich gemacht werden darf, oder ob ein Mangel an aufnehmbaren Humusstoffen vorliegt, muß noch offen bleiben. Auf jeden Fall müssen weitere Untersuchungen in dieser Richtung und zwar auch auf experimentellem Weg gemacht werden.

Hier sei nochmals ein kurzer Überblick über das Vorkommen von Azotobakter im Boden gegeben.

Tabelle III.

Bodennutzung	Anzahl der Böden	KCL Auszug pH	Stärke der Azotobakterentwicklung in %			
			0	+	++	+++
Wald	115	3,65—7,34	65	5	20	10
Wiesen	200	unter 4,5—7,0	53	19	15	13
Acker	315	unter 4,5 bis über 7,0	23	27	27	23
Sonstige Kulturböden	1310	unter 4,5 bis über 7,0	31	23	24	22
Summa	1940					

Daraus ersehen wir, daß Azotobakter am wenigsten häufig in Waldböden, und am häufigsten in den Ackerböden vorkommt. Die Wiesenböden und die unter sonstige Kulturböden eingereihten Böden (Acker-, Wiesen-, Weiden-, Senfböden, Gartenböden usw.) stehen diesbezüglich in der Mitte. Auf jeden Fall ist die Verbreitung des Azotobakters im Boden nicht so allgemein, als man vielleicht vermutete. —

In unserem Institute wurden von H. Poschenrieder auch Untersuchungen ausgeführt über die Verbreitung des Azotobakters in der Wurzelregion der verschiedenen Pflanzen und dabei stellte sich wieder heraus, daß es vor allem die chemischen Eigenschaften des Bodens sind, die das Auftreten oder Ausbleiben dieses Mikroben in der Rhizosphäre bedingen. Pflanzen, die auf sauren Standorten gedeihen oder auf sehr nährstoffarmen Substraten vorlieb nehmen, werden selbstverständlich in ihrem Wurzelbereiche keinen Azotobakter aufweisen können. Interessant sind diesbezüglich auch die Untersuchungen von Stoklasa. Nach diesem Forscher leben die Bakterien mit dem Wurzelsystem der Pflanzen in Synergie und üben in der Rhizosphäre einen besonderen Einfluß auf die Entwicklung und überhaupt auf den ganzen Kraft- und Stoffwechsel der Pflanzen aus. Diese wichtige Bedeutung der Bakterien, besonders der stickstoffsammelnden, für die Pflanzen hat Stoklasa in zahlreichen grundlegenden Arbeiten niedergelegt. Er hat auch mit der Bodenimpfung stets recht gute Erfolge erzielt, weil er eben die Grundlagen und Voraussetzungen der Bodenimpfung erkannt und angewendet hatte. Nach noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Kostytschew kommen die stickstoffbindenden Bakterien in den Wurzelausscheidungen einiger Samenpflanzen vor und binden hierbei so erhebliche Mengen Stickstoff, daß eine normale Ernte der betreffenden Samenpflanzen vollkommen gesichert wird. Somit wäre also die Assimilation des Stickstoffes aus der Atmosphäre zum viel größeren Teil auf die Tätigkeit der freilebenden stickstoffbindenden Mikroorganismen zurückzuführen, als früher angenommen wurde. In südlichen und wärmeren Gegenden findet eine Fixierung des atmosphärischen Stickstoffs durch den Boden in noch viel größerem Maße statt. Kostytschew beobachtete auf der Krimmschen Südküste Tabakkulturen, die im Verlauf von 35 Jahren auf ein und demselben Grundstück ununterbrochen und zwar ohne die geringste Düngung gezogen, gute Ernten liefern. Die Salpeterdüngung übte auf diese Kulturen gar keine Wirkung aus

und ein Stickstoffmangel ist im Boden nicht zu verzeichnen. Der Boden dieser Kulturen erwies sich außerordentlich reich an Azotobakterorganismen. Ebenso erhält man auch in Indien ohne die geringste Düngung selbst auf den schlechtesten Böden jährlich reiche Ernten und die bearbeiteten Böden bedürfen in den südlichen Gegenden von Jahr zu Jahr auch bei ununterbrochenen Kulturen immer weniger der Stickstoffdüngung. Ähnliche Beobachtungen liegen auch aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika vor.

Das vielumstrittene Problem der Bodenimpfung muß ganz gleich, ob sie praktische Bedeutung erlangen wird oder nicht einmal auf diesen Grundlagen fußend wieder frisch aufgenommen werden. Es dürfen nicht nur Topfversuche, sondern es müssen auch umfassende Freilandversuche unter natürlichen Bedingungen ausgeführt werden. Nur auf diese Weise ist es möglich, Klarheit in diese wichtige Frage zu bringen.

Die Anfänge der Bestrebungen nach qualitativer Verbesserung der tschechoslowakischen Gersten.

(Ein Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung des Gerstenbaues in der Tschechoslowakei.)

Von Ing. Jan Pitra, Direktor der Staatl. landw. Versuchsanstalten in Bratislava.

Das Liebigsche Gesetz hob die Bedeutung der biogenen Elemente für den Pflanzenorganismus hervor und rief in den Anschauungen der Fachwelt über das Pflanzenleben eine Umwälzung hervor, so daß sich zu Ende des XIX. Jahrhunderts der Fortschritt auf landwirtschaftlichem Gebiete bereits unter dem Einflusse der neuen Lehre entwickelte, welche in Deutschland von den zahlreichen Anhängern Liebigs, in England von Lawes und Gilbert, in Frankreich von Bousingault und anderen verkündet wurde.

Aber Liebig und seine Anhänger gingen allzuweit, wenn sie den vollständigen Ersatz der durch die Ernte erschöpften Nährstoffe anrieten und den neubelebenden Einfluß der chemischen und biologischen Prozesse im Boden auf die Bereitung eines Teiles der anorganischen Nährstoffe in einer durch die Pflanzen assimilierbaren Form unterschätzten. Diese neuen Tendenzen blieben freilich auch auf die Landwirtschaft in den böhmischen Ländern nicht ohne Einfluß. Zu jener Zeit wirkte an der Tschechischen Technik in Prag Professor Dr. J. B. Lambl (vom Jahre 1866 bis zum Jahre 1897), ein landwirtschaftlicher Forscher und unermüdlicher Apostel der landwirtschaftlichen Aufklärung. Lambl verstand die epochalen Entdeckungen Liebigs zu würdigen, dabei richtete er aber seine volle Aufmerksamkeit auf die Rentabilität der heimischen landwirtschaftlichen Erzeugung, löste das gegebene Problem unter Rücksichtnahme auf die wirkliche Bodenbonität und erinnerte die Anhänger Liebigs an zwei Momente [1]):

1. an die Notwendigkeit, der Bodenbonität in vernünftiger Weise Rechnung zu tragen und nicht immer und überall den vollen Ersatz der entzogenen Nährstoffe als unumstößliche Regel zu predigen;

2. daran, daß in Betracht gezogen werden müsse, daß die Ernte, welche wir alljährlich einheimsen, in sich selbst eine gewisse Menge von Bestandteilen enthält, welche wir zum Teile dem Boden auf möglichst billige Art und Weise gern wieder ersetzen sollen („Düngerbedarf").

Hierbei hob Lambl hervor, daß unsere Böden von Natur aus reich an mineralischen Nährstoffen sind, und daß es nur erforderlich sei, durch eine zweckmäßige Bodenbearbeitung diese Nährstoffe, insoweit sie der Pflanze schwer zugänglich sind, frei zu machen und den fehlenden Anteil durch Stallmist zu ergänzen.

[1]) Dr. J. B. Lambl: „Die Depekorationstheorie als Motiv für ein neues, naturgemäßes und sparsames Wirtschafts-Betriebs-System." Prag 1877.

Vielleicht hätte man mit dieser Praxis noch auf lange Jahre hinaus das Auslangen gefunden, wenn nicht die ungewöhnlich günstige Konjunktur für die Zuckerrübe störend eingegriffen hätte. Als die Rübenbauer die Vorteile erkannten, die ihnen der Anbau der Zuckerrübe brachte, dehnten sie die Anbaufläche aus und wandten alle damals bekannten Mittel zur Hervorbringung größtmöglicher Ernten an. Eifrig gingen sie daran, die Bäume, die die Rübenfelder beschatteten, zu entfernen, und zur Rübe düngten sie in reichlichem Maße stickstoffreiche Stoffe, deren Wirkung auf die Rübe nicht ausbleibt. Die Rübe erhielt meist soviel Salpeter, daß sie ihn nicht zu verarbeiten vermochte, was die Bildung der sogenannten Salpeterrübe zur Folge hatte. Ich erinnere mich aus meiner Zuckerfabrikspraxis in Ruzyn bei Prag an einen Fall, in welchem die von einem gewissen Landwirt gelieferte Rübe gegenüber anderen Rüben ungewöhnlich groß, jedoch innen hohl war und der Zuckergehalt der Rübe 12% nicht überstieg. Bei den Nachforschungen nach den Ursachen dieser Erscheinung stellte ich fest, daß der Lieferant zur Rübe ausgiebig mit Schlachthausabfällen gedüngt hatte.

Zu jener Zeit häuften sich die Beschwerden der Brauer und Mälzer über die Qualität der Gerste, und Professor Bělohoubek erklärte in seinen Vorlesungen an der Technik offiziell, daß unsere Gersten infolge des Baues von Zuckerrübe, die den Boden erschöpft, degenerieren. Übrigens hatte Bělohoubek schon früher (1885) in den Pivovarské Listy (Blätter für Brauindustrie) einen Artikel „Beitrag zur Frage der Degenerierung der Gerste" veröffentlicht, in welchem er auf Grund vergleichender Daten über chemische Analysen der Gerste älterer Zeit und neuerer Gersten zu dem Schlusse gelangte, daß die böhmischen Gersten degenerieren und die Ursache darin liege, daß zuviel Zuckerrübe gebaut werde. Seine Mahnung blieb jedoch unbeachtet, und das Problem der Qualität unserer Gersten blieb ungelöst bis zu dem Zeitpunkte, als Professor Dr. Julius Stoklasa an die Tschechische Technik kam (1894) und bald darauf die Anregung zur Errichtung einer landwirtschaftlich-physiologischen Station der Böhmischen Sektion des Landeskulturrates für das Königreich Böhmen gab. Stoklasa kam mit neuen Forschungsmethoden. Die bloßen statistischen Daten genügten ihm nicht, sondern er ging der Sache tiefer auf den Grund, um zu finden, welches der ursächliche Zusammenhang zwischen der erhöhten Zuckerrübenproduktion und der Degeneration der Gerste sei, wobei er sich von dem Grundsatze leiten ließ, daß die Statistik an sich nur ein Hilfsmittel für die Forschung sei, und daß die Erkenntnis der einzelnen Tatsachen und die Ableitung der allgemeinen Grundsätze (die Induktion und die Deduktion) einander wechselseitig ergänzen müssen. Diese Methoden brachte er auch beim Studium der Frage der Gerstendegenerierung zur Anwendung. Stoklasa hatte sich schon früher eingehend mit der Frage der Ernährung der Zuckerrübe [1]) beschäftigt und erkannt, daß die Zuckerrübe eine sehr angriffslustige Pflanze ist, ausgestattet mit einer bemerkenswerten Fähigkeit, sich mineralische Stoffe aus Verbindungen anzueignen, die anderen landwirtschaftlichen Pflanzen, z. B. den Getreidearten, schwer zugänglich sind. Wenn sie mit Stickstoff übersättigt wird, zeigt die

[1]) Listy Cukrovarnické (Blätter für Zuckerindustrie) aus den Jahren 1894—1902.

Rübe ein um so größeres Bestreben, sich die übrigen in Reichweite ihrer Wurzeln befindlichen biogenen Elemente anzueignen, um den normalen Entwicklungsgang aufrecht zu erhalten. Bei der damals üblichen Überdüngung der Rübe mit Stickstoffdüngern ließ die Rübe in der Regel noch viel Stickstoff im Boden zurück, wogegen das leicht zugängliche Kali und die Phosphorsäure zumeist von der Rübe aufgebraucht wurden. Da von der alten Schule die These verkündet worden war, daß unsere Böden von Natur aus reich an Kali sind und demgemäß der Zudüngung von Kali nicht bedürfen[1]), wurde die Kalidüngung vernachlässigt. Und nun lassen Sie uns in Erwägung ziehen, daß bei uns die gewöhnliche Nachfrucht der Rübe die Braugerste ist. Warum? Jedem Gerstenbauer ist es bekannt, daß von allen Getreidefrüchten die Gerste die größten Ansprüche an die Kultur und Bearbeitung des Bodens stellt. Sie erfordert einen reinen, unkrautlosen, vollkommen gelockerten Boden in alter Kraft. Daher muß danach getrachtet werden, dem Boden womöglich schon bei der vorhergehenden Frucht eine sorgfältige Bearbeitung zuteil werden zu lassen, gleichzeitig aber die lebendige Bodenkraft mit Rücksicht auf die von der Gerste gestellten Anforderungen nicht zu vermindern. Wir wählen also als Vorfrucht eine solche, welche aufs beste vorbereitete Böden und besonders ausgiebige Düngung erfordert. Solche Früchte sind die Hackfrüchte, und unter ihnen steht an erster Stelle die Zuckerrübe.

Heutzutage, wo die Grundsätze einer richtigen Ernährung der landwirtschaftlichen Pflanzen bis in die breitesten Schichten der landwirtschaftlichen Bevölkerung gedrungen sind, versteht es der Landwirt, zur Rübe derart rationell zu düngen, daß das Nährstoffkapital des Bodens durch die Pflanzenerzeugung nicht geschmälert wird.

Wie bereits erwähnt, war dies jedoch in den Neunziger Jahren des verflossenen und zu Beginn des 20. Jahrhunderts nicht immer der Fall. Damals wurde die Kalidüngung sowohl zur Rübe als auch zur Gerste als überflüssig betrachtet. Die Gerste, eine Pflanze mit schwach entwickeltem Wurzelwerk und kurzer Vegetationsdauer, entbehrt der erforderlichen Aneignungsfähigkeit und der erforderlichen Zeit zur Aufsuchung des Kalis in den schwer zugänglichen Formen, die die Rübe vielleicht im Boden hinterlassen. hat. Da ihr Stickstoff in ausreichender Menge zur Verfügung stand, war ihre Ernährung eine einseitige und unvollkommene, und dieser Umstand kam auch in einer Verschlechterung der Qualität des Korns zum Ausdruck.

Auf der Suche nach Mitteln und Wegen zu einer qualitativen Verbesserung der Gerste stellte Stoklasa durch zweckmäßig angelegte Versuche fest, daß die auf Böden, die als kalireich galten, nach der Zuckerrübe gebaute Gerste trotz dieses Nährstoffes hungerte und die Ernte infolgedessen weder hinsichtlich der Menge noch hinsichtlich der Qualität befriedigte.

Die unter der Leitung Stoklasas durchgeführten Vegetations- und Felddüngungsversuche zur Gerste erbrachten den Nachweis[1]), daß durch Erhöhung

[1]) Siehe die Schriften der Bücherei „Rolník nového věku“ (Der neuzeitliche Landwirt) aus den Jahren 1880—90, ferner die volkswirtschaftliche Rundschau des „Posel z Prahy“ (Prager Bote) 1870—80 und das „Prager landwirtschaftliche Wochenblatt“, Redakteur Ing. Richard Jahn (in den Achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts).

der Kaligabe die Ausbeute an Korn und Stroh proportional zur Menge des Superphosphates wächst, und daß bei Nichtanwesenheit von Kalisalz (Kaliumchlorid), d. i. bei alleiniger Zudüngung von salpetersaurem Natrium und Superphosphat, sich die Ernte an Körnern um 30% und an Stroh um 40% ermäßigt. Dagegen bewirkt, was noch interessanter ist, die Verwendung von Kalisalzen nicht nur eine größere Ernte an Stärke und eine größere Keimenergie, sondern auch eine Herabsetzung des Gehaltes an Stickstoff und Spelzen.

Versuche in Vegetationsgefäßen.

Bezeichnung der Gruppen	Keimfähigkeit in %	Keimenergie in %	Spelzen in %	Stärke in %	Eiweißstoffe in %
			in der Trockensubstanz		
E. P_2O_5+N	99	97	11.9	57.38	12.86
A. P_2O_5+N+ 0.5 g KCl	99	98	9.8	63.52	9.14
B. P_2O_5+N+ 1.0 g KCl	100	96	8.6	64.00	10.02
C. P_2O_5+N+ 1.5 g KCl	100	95	9.3	61.20	10.31
D. P_2O_5+N+ 3.0 g KCl	98	96	10.2	57.68	10.82

Aus der beigefügten Tabelle ersehen wir, daß die Verwendung von Superphosphat und salpetersaurem Salz die Keimenergie bis auf 97% und den Stärkegehalt bis auf 57,38% vermindert, während der Stickstoff auf 12,86% steigt; nach der Zugabe von Kali betragen die Durchschnittszahlen für die Stärke 61,6% und für den Stickstoff 10,08%.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß das in einer angemessenen Gabe zugleich mit Superphosphat und Stickstoffdünger angewendete Kalisalz einen sehr günstigen Einfluß sowohl auf die Qualität als auch auf die Quantität der Gerste hat. Inbetreff des Wachstums wurde festgestellt, daß die Pflanzen auf den mit Superphosphat gedüngten Parzellen früher keimten und einige Tage vor den übrigen Pflanzen schoßten, und daß auch das ganze Aussehen derselben ein günstigeres war.

Es war dies eine von Stoklasas Arbeiten, die seine Studien über die Austauschprozesse von Kraft und Stoff unserer Kulturpflanzen praktisch zur Geltung brachten und unstreitig von Einfluß auf die Erhöhung des Ertrages und die Verbesserung der Qualität der Gerste und des Weizens nicht nur in der Heimat, sondern auch im Auslande waren; denn die Arbeit Stoklasas erweckte die Aufmerksamkeit des Auslandes, insbesondere Deutschlands und Frankreichs, wo das Interesse für eine qualitative Verbesserung der Braugerste ebenso groß war wie in den böhmischen Ländern, denn auch dort ließen sich Stimmen vernehmen, die von einer Degeneration der Gerste sprachen.

Späterhin hatte ich Gelegenheit, bei praktischen Landwirten eine Reihe von Gerstendüngungsversuchen zu veranstalten, um die Wirkung des Kalis

[1]) Prof. Dr. Julius Stoklasa und Assistent J. Pitra: „Über die Wirkung der Kalisalze auf die Entwicklung der Gerste." Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Österreich, IV. Jahrgang (1901), Seite 567.

einerseits auf das Erträgnis, andererseits auf die Qualität der Gerste zu untersuchen; insoweit diese Versuche von den Landwirten gewissenhaft durchgeführt wurden, bestätigten sie durchwegs die Konklusionen Stoklasas über die Wirkung der Stickstoff- und Kalidüngemittel auf die Qualität der Gerste [1]). Bemerkenswert ist, daß die Versuchsansteller selbst auf die Erscheinung aufmerksam machten, daß die Gerste auf den mit Kali gedüngten Parzellen sich durch ihre lichtere Farbe von den nicht mit Kali gedüngten Parzellen unterschied, und daß die Gerste nach der Kalidüngung früher schoßte und früher reifte. Den interessanten Versuch des Herrn Franz Válek, Postmeister in Libuň, habe ich gerade in dem Zeitpunkte besichtigt, als die Gerste auf den gedüngten Parzellen sich im Stadium des Schoßens befand (6. Juni), während sie auf den übrigen Parzellen noch nicht schoßte. Da die Ergebnisse des Versuches interessieren dürften, seien sie hier angeführt:

Gerstendüngungsversuch auf vier Parzellen
des Herrn Franz Válek, Postmeister in Libuň.

Boden: lehmig-sandig; Kulturzustand des Feldes: mittel; Vorfrucht: Kartoffeln.

Der Boden war vor dem Versuche einer chemischen und mechanischen Analyse unterzogen worden.

Mechanische Analyse der Ackerkrume.

Schotter	5 mm	0.13%
Steinchen	5—2 mm	0.11%
Feinerde (2 mm, 99.76%):		
sehr grober Sand	2—1 mm	0.19%
grober Sand	1—0.5 mm	0.25%
kleinkörniger Sand	0.5—0.2 mm	0.69%
feiner Sand	0.2 mm	40.29%
sehr feiner Sand, Lehm usw. (aufgeschwemmt)		58.34%

Chemische Analyse.

	Ackerkrume	Untergrund
Feuchtigkeit (H_2O)	3.52%	4.53%
Stickstoff (N)	0.16%	
Phosphorsäure (P_2O_5)[2])	0.08%	
Kalziumoxyd (CaO)[2])	0.33%	0.35%
Kaliumoxyd (K_2O)[2])	0.18%	

Lehrreich ist das Ergebnis der zweiten Parzelle, auf welcher zur Gerste mit Stallmist gedüngt wurde. Wie zu ersehen ist, weist diese Parzelle einen bedeutenden Ertrag an Körnern, namentlich aber an der Strohmenge auf, und es könnte demnach dieses Resultat zu unrichtigen Schlüssen über die Wirkungen des Stallmistes führen. Nach der chemischen Analyse betrug jedoch der Gehalt an Eiweißstoffen in der Trockensubstanz des Korns auf der ungedüngten Parzelle 10,23, auf der mit Stallmist gedüngten 10,87,

[1]) Ing. Chem. J. Pitra: „Zur Frage der Gerstendüngung". Zeitschr. „Die Ernährung d. Pflanze" 1907, Nr. 16 u. 17.

[2]) Gelöst in 10prozentiger Salzsäure.

Ernte.

Nr. der Parzelle	Düngung auf 1 ha in kg	Ertrag per 1 ha		Der Hektarertrag ist größer als der Ertrag der ungedüngten Parzelle um	
		Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
I.	Ungedüngt	1400	2100	—	—
II.	Stallmist 40 Fuhren	3680	4480	2280	2380
III.	450 kg Superphosphat 150 kg Chilesalpeter	3480	4400	2080	2300
IV.	450 kg Superphosphat 150 kg Chilesalpeter 450 kg Kainit	3700	4360	2300	2260

Chemische und mechanische Analyse des Korns.

Düngung	Eiweißstoffe in der Trockensubstanz des Korns %	Hektoliter-gewicht kg	Gewicht von 1000 Körnern g	Beschaffenheit des Endospermes		
				mehlig %	Übergangsstufe %	glasig %
Ungedüngt	10.32	67.6	44.36	42.0	19.0	38.5
Stallmist	10.87	68.5	44.92	32.0	25.0	43.0
Superphosphat und Salpeter	10.08	68.5	44.48	56.0	16.5	27.5
Superphosphat, Salpeter und Kainit	9.89	67.3	45.64	58.0	18.0	24.0

auf der dritten Parzelle 10,08 und auf der mit Kali gedüngten Parzelle 9,89%. Die mit Stallmist gedüngte Gerste war demgemäß die reichste an Eiweißstoffen, also hinsichtlich der Qualität die schlechteste und minderwertigste. Dieses Ergebnis bestätigt die von Stoklasa dargelegten einseitigen Wirkungen der Stickstoffdüngung. Ein Überschuß an Stickstoff hat nicht nur starke Bestockung und üppiges Wachstum der Halme zur Folge, sondern erhöht auch den Gehalt an Eiweißstoffen im Korn, wodurch es entwertet wird.

Überzeugt von der Richtigkeit seiner Erkenntnisse, gab Stoklasa seinen Bestrebungen nach qualitativer Verbesserung der Braugerste den Charakter des kategorischen Imperativs, worin einige Fachmänner eine Bedrohung des guten Rufes unserer Gerste im Auslande erblickten.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß an der Qualitätsverschlechterung der böhmischen und mährischen Gersten in den Neunziger Jahren einen erheblichen Anteil die fremden Sorten hatten, welche damals mit Vorliebe bei uns

zur Einführung gelangten [1]). Oft wurden Mischungen fremder Sorten unter dem Namen altböhmische und Hannagerste angebaut, oder andererseits Sorten gebaut, die unter Boden- und Vegetationsverhältnissen erzogen worden waren, wie sie unsere Böden und unser Klima nicht gewähren können; die Folge war, daß sie degenerierten. Es ist hier nicht der Ort, um zu entscheiden, welche Partei Recht hat, ob die Fachmänner, welche behaupteten, daß der Vorwurf der Degeneration unserer Gersten in den Neunziger Jahren (gegen die Jahrhundertwende) nicht begründet sei, oder jene, die von der Degeneration unserer Gersten überzeugt waren und mit ihren Beschwerden die Fachkreise aus ihrer Gleichgültigkeit gegenüber dem Schicksale unserer Braugerste aufrütteln wollten.

Heute, wo uns der zur Beurteilung der damaligen Lage erforderliche Abstand von jener Zeit trennt, erkennen wir als unzweifelhaft, daß der Streit, welcher damals einen sehr bewegten Verlauf nahm, unserem Gerstenbaue nicht zum Schaden gereicht hat. Wenn wir die weitere Entwicklung dieser Frage verfolgen, sehen wir, daß, nachdem sich die Wogen der Erregung gelegt hatten, in der Fachpresse Stimmen laut zu werden begannen, die nach einer Reorganisation unseres Gerstenbaues riefen. Um diese Bestrebungen zu konzentrieren, habe ich im Jahre 1909 in einer besonderen Eingabe an die Böhmische Sektion des Landeskulturrates für das Königreich Böhmen die Einberufung einer Enquete von Sachverständigen beantragt, welche diese wichtige Frage einer vernünftigen Lösung zuführen sollte. Das Ergebnis dieser Enquete wir die Institution des Arbeitsbeirates für Gerstenbau beim Landeskulturrate. In dieser Institution kamen die beiden Lager zusammen, um gemeinsam und einträchtig an der Hebung des böhmischen Gerstenbaues zu arbeiten. In Mähren begann der Landeskulturrat sich mit der Lösung der Frage der Qualitätsverbesserung der Malzgerste im Jahre 1901, kurz nach seiner Errichtung, zu befassen. Es folgten dann weitere Enqueten und Beratungen über den Gerstenbau, deren Verhandlungen die Richtlinien für die Förderungsaktion lieferten. Die in Böhmen und Mähren durchgeführten Düngungs- und Sortenversuche und die gewonnenen Erfahrungen wurden in der Folge praktisch verwertet: Es wurden die Anbaugebiete für die einzelnen Sorten bestimmt, die Bodenkultur und die Düngung verbessert und ein Bonitierungssystem zur Beurteilung der Gerstensorten gemeinsam von Professor Theodor Erben und Dr. Wenzel Vilikovský ausgearbeitet. Die auf diese Weise durchgeführte Reorganisation kommt vor allem den Interessen unseres Gerstenexports zugute. Die ausländischen Brauereien können für die feineren Bierarten unsere vorzüglichen Gersten nicht entbehren, und darum sichert uns das qualitative Übergewicht unseres Erzeugnisses auch in der Zukunft eine bestimmte Ausfuhrquote. Infolge der Abgrenzung der Gerstenbaugebiete und der Einführung eines einheitlichen Saatgutes für jedes derselben sind die mährischen und böhmischen Gerstenproduzenten in die Lage versetzt,

---

[1]) Karl Domin, Příspěvek k poznání českých ječmenů (Beitrag zur Kenntnis der böhmischen Gersten). Mitteilungen der landwirtschaftlich-physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Sektion des Landeskulturrates f. d. Kgr. Böhmen an der Tschechischen technischen Hochschule in Prag 1903.

den Markt mit großen Mengen einer botanisch einheitlichen, ausgeglichenen Ware zu versorgen, welche bei der technischen Verarbeitung die einzelnen Phasen vollständig gleichmäßig durchläuft.

An der Förderungsaktion hat sich weiterhin auch Professor Stoklasa eifrig beteiligt, und wenn diese Bestrebungen unseres Gerstenbaues erfreuliche Erfolge aufzuweisen vermögen, die sich in der Tatsache offenbaren, daß die veredelten einheimischen Gerstensorten mit einer feinen Unterscheidung der Zuchtgebiete in siegreichem Aufstiege begriffen sind, müssen wir das Hauptverdienst hieran dem Initiator der neuen Richtung Professor Stoklasa zuerkennen.

Über Umsatz der stickstoffhaltigen Stoffe bei Pflanzen und Tieren.

Von D. N. Prianischnikow,
Professor der landwirtschaftlichen Akademie in Moskau.

Die Prozesse des Stickstoffwechsels in pflanzlichen und tierischen Zellen, die früher auf so verschiedenen, fast direkt auf entgegengesetzten Wegen zu verlaufen schienen, zeigten bei näherer Untersuchung viele gemeinschaftliche Merkmale; und je höher unser Wissen auf diesem Gebiete steigt, desto mehr wird diese Gemeinschaft erfaßt.

So schien es z. B. früher, daß der Eiweißzerfall bei der Keimung keine Ähnlichkeit mit der Umwandlung des dem Tierorganismus zugeführten Eiweißes hat, da im ersten Falle unter den Zerfallprodukten das Asparagin vorherrscht, welches sich in so großen Mengen bildet, die gar nicht dem Asparaginsäuregehalte des Eiweißes entsprechen. Als jedoch die hydrolytischen Prozesse, die in dem Aufspeichern der Eiweißstoffe (Kotyledonen, Endosperm) stattfinden, von den Oxydationsprozessen, die in dem wachsenden, auf Kosten der Kotyledonen sich nährenden Organen abspielen, getrennt werden, so ergab sich, daß der Eiweißzerfall in den Kotyledonen unter dem Einfluß proteolytischer Fermente ganz in derselben Weise verläuft, wie bei den Tieren unter Einwirkung von Trypsin, und in den wachsenden Teilen geben die Aminosäuren bei ihrer Oxydation Ammoniak, welchen die Pflanze ebenso wie das Tier durch Umwandlung in Amid unschädlich macht, nur mit dem Unterschiede, daß die Pflanzen das Aminobernsteinsäureamid (Asparagin) bilden, während bei den Tieren dem Aminoameisensäureamid (Karbamid) die Hauptrolle gehört. Die Erscheinung, daß das Tier Karbamid aus seinem Organismus ausscheidet, während die Pflanze das Asparagin in ihren Geweben (im Zellensaft) bis zur Periode aufbewahrt, zu der die Assimilation von Kohlenstoff durch die Blätter eintritt, ist die Folge einer Anpassung der Pflanze an die Notwendigkeit, die Stickstoffverbindungen zu sparen, weil ihre Menge in Pflanzenernährung begrenzt ist; während die Pflanze die Kohlehydrate reichlich erzeugen kann, ist das Tier aber gezwungen, solche Vorrichtungen zu haben, welche es gestatten, die stickstoffhaltige Oxydationsreste zu entfernen, weil in der Tiernahrung Eiweißstoffe immer reichlich vorhanden sind.

Die Schlußfolgerung über die sekundäre Natur von Asparaginsynthese in den Pflanzen wurde zuerst aus quantitativen Verhältnissen gezogen, in welchem Asparaginbildung und Eiweißzerfall in den Keimlingen zueinander stehen [1]);

[1]) Schulze und Prianischnikow in 1897—98 (vgl. historischen Überblick in der Abhandlung des Verfassers: Asparagin und Harnstoff, Biochemische Zeitschrift, Bd. **150**, S. 407, Jahr 1924).

die Bildung von Ammoniak, welche eine Bedingung für solche sekundäre Synthese darstellt, kann experimentell nachgewiesen werden, wenn man die synthetische Funktion unterdrückt, was durch die Wirkung von anästhetischen Mitteln und des Hungers seinerzeit durch Butkewitsch erreicht wurde (über andere Fälle von Störung der synthetischen Funktion wird unten die Rede sein).

Weiter ist bekannt, daß das Ammoniak nicht nur als Endpunkt des Eiweißzerfalls erscheint, sondern es ist auch das Ausgangsmaterial für die Synthesen der Amminosäuren, dessen Möglichkeit auch für den tierischen Organismus bewiesen ist.

Der tierische Organismus bewahrt gewissermaßen auch die Fähigkeit zur Reduktion der Gruppe NO_2 bis NH_2, was man aus Versuchen mit Nitrobenzolzufuhr dem Organismus ersieht.

Die Tatsache, daß die Pflanze weitgehend Nitrate ausnutzt, ändert im Grunde genommen nichts, da die Nitrate zu allernächst der Reduktion bis zum Ammoniak (über Nitritstadium) ausgesetzt sind und dann erst erfolgt die Synthese; diese Synthese verläuft noch schneller bei einer unmittelbaren Ammoniakernährung der Pflanze, falls man eine Regulierung der Reaktion des Mediums nicht außer Acht läßt[1]).

Die Analogie in der physiologischen Rolle, die das Asparagin im pflanzlichen Organismus und der Harnstoff im tierischen spielen und auf welcher der Verfasser seit 1894 bestand, fand später noch eine größere Bestätigung in dem Umstande, daß in einigen chlorophylfreien Pflanzen Harnstoff gefunden wurde und die Möglichkeit seiner Bildung auf Kosten des von außen zugeführten Ammoniaks durch N. N. Iwanow[2]) nachgewiesen war.

Nachdem die Bildung von Ammoniak bei Oxydationsvorgängen auf Kosten mit Aminosäuren und dessen Verbrauch zur Asparaginsynthese in den Keimlingen nachgewiesen wurde, hat auch die Frage über die Ernährung der Pflanzen von Ammoniaksalzen ein neues Interesse bekommen. Bei den Versuchen, welche über diese Frage im Laboratorium des Verfassers ausgeführt wurden, hat es sich herausgestellt, daß das von außen zugeführte Ammoniak zu allererst von der Pflanze für die Asparaginsynthese ausgenutzt wird (ganz ähnlich den bekannten Versuchen mit Harnstoffbildung bei Einführung von Ammoniaksalzen in das Blutsystem der Leber), aber der Erfolg dieser Synthese ist von den Kohlenhydratvorräten der Pflanze abhängig (während es bei Tieren für eine Harnstoffsynthese außer Ammoniak nur noch Kohlensäure bedarf). Dann ist der Charakter der Säure, die mit dem zuführenden Ammoniak verbunden ist, auch von großem Einfluß. Wir werden aber uns hier nicht länger auf den normalen Fällen behelfen, bei denen die Synthese günstig verläuft[3]), demgegenüber möchten wir

[1]) Diese Frage ist näher betrachtet in folgenden Abhandlungen des Verfassers: 1. Ammoniak, Nitrate und Nitrite als Stickstoffquelle für höhere Pflanzen (Ergebnisse der Biologie, Band I, 1926); 2. Über physiologische Azidität von NH_4NO_3 (Biochemische Zeitschrift, 1927).

[2]) Vgl. eine Reihe der Mitteilungen des genannten Autors in der „Biochemischen Zeitschrift" 1913—1927.

[3]) Siehe oben zitierte Abhandlung: Asparagin und Harnstoff (Biochemische Zeitschrift, Band **150**).

manche negativen Fälle näher betrachten, bei welchen sich die größte Annäherung an die Angaben der tierischen Physiologie zeigte.

Unter den Pflanzenobjekten sind es die Lupinenkeimlinge, die sich bei ihrer Entwicklung im Dunkeln durch den hohen Eiweiß- und geringen Kohlenhydrategehalt besonders hervorheben. Diese Keimlinge zeigten bei unseren Versuchen ein eigenartiges Verhalten zu den Ammoniumsalzen mit starken Säuren, wie $(NH_4)_2\,SO_4$ und $NH_4\,Cl$.

Während die Pflanzenkeimlinge, die reich an Kohlenhydraten sind (z. B. Mais), leicht Asparagin auf Kosten eines beliebigen Ammoniumsalzes geben und bei ihnen die Ernährung mit Ammoniaksalzen zu keiner merklichen Erhöhung des Ammoniakgehaltes der Pflanze infolge der rasch verlaufenden Asparaginsynthese führt, blieb bei den Lupinenkeimlingen das von außen zugeführte Ammoniak (falls es z. B. in Form von $NH_4\,Cl$ gegeben wird) nicht nur unverbraucht für die Synthese der stickstoffhaltigen organischen Substanzen, sondern es wird überhaupt unter Einwirkung von „physiologisch sauren Salzen" (d. h. solcher, die saure Rückstände geben) die synthetische Funktion der Amidbildung gestört und sogar das eigene Ammoniak (d. h. das durch die Oxydation der Produkte des Eiweißzerfalls gebildet wird) als solches beginnt sich anzuhäufen, und die Pflanze erkrankt an „Ammoniumvergiftung".

Falls man aber denselben Keimlingen Ammoniak in Form von phosphorsaurem Ammonium zuführt, so sind solche scharfe Störungen des Stoffwechsels bei gleichen Bedingungen nicht zu beobachten, und es erfolgt normalerweise die Asparaginsynthese.

Ganz analog den beschriebenen Erscheinungen haben Rumpf und Kleine[1]) bei den Versuchen mit $(NH_4)_2SO_4$ auf den Tieren beobachtet, daß nicht nur die Harnstoffsynthese auf Kosten des von außen zugeführten Ammoniake fehlt, sondern es wurde sogar der normale Verlauf der Harnstoffbildung gestört, und in den Ausscheidungen hatte man mehr Ammoniak gefunden, als es dem Organismus in Form von $(NH_4)_2SO_4$ zugeführt wurde, während auf Kosten von $NH_4\,HCO_3$ eine solche Synthese im Leben ganz glatt vor sich geht.

Eine solch nahe Übereinstimmung der Ergebnisse für $(NH_4)_2SO_4$ bei dem tierischen und pflanzlichen Organismus veranlaßte uns, die Frage über die Beziehung der Pflanzenkeimlinge zum kohlensauren Ammoniak nachzuprüfen; dieses Salz hat man als besonders giftig für die Pflanzen betrachtet, während, wie gesagt, im Tierorganismus die Harnstoffsynthese gerade in bester Weise auf Kosten des doppelkohlensauren Ammoniums verläuft.

Die von uns mit $NH_4\,HCO_3$ unter Regulierung der Reaktion durch Zuführung von kleinen Mengen von CO_2 ausgeführten Versuche zeigten, daß unter diesen Bedingungen das doppelkohlensaure Ammonium besser von den Keimlingen vertragen wird als die anderen Ammoniumsalze (einschließlich $NH_4H_2PO_4$), d. h. die Analogie mit dem tierischen Organismus hat sich auch in diesem Falle bewiesen[2]).

---

[1]) Z. f. Biologie.

[2]) Biochem. Z., Bd. **150**, S. 107.

Jetzt können wir über weitere Versuche berichten, welche die Analogie des Eiweißumsatzes in beiden Reichen bestätigen, nämlich über das Verhalten der Keimlinge zu den Mineralsäuren. Einzelne Beobachtungen darüber haben wir schon längst gemacht; noch im Jahre 1924 haben wir beobachtet, daß Lupinenkeimlinge beim Eintauchen des Wurzelsystems in schwache Schwefelsäure diese letztere im Verlaufe einiger Tage neutralisieren, dabei selbst an „Ammoniakvergiftung" erkranken; später, 1918, bei den Versuchen über Einfluß der Reaktion der Lösung auf die Aufnahme von NH_3 und HNO_3 aus der Lösung NH_4NO_3[1]) haben wir beobachtet, daß bei bedeutender Azidität die Erbsenkeimlinge Ammoniak ausscheiden, statt ihn aufzunehmen, wie letzteres in Abwesenheit von Säure erfolgt.

Da es aus der Tierphysiologie bekannt ist, daß bei Säurevergiftung eine Ausscheidung von Ammoniak mit verschiedener Energie bei Pflanzenfresser und Fleischfresser auftritt, so haben wir in letzterer Zeit einen Vergleich des Verhaltens von Säuren zu Keimlingen, in deren Reservebehältern die Eiweißstoffe und Kohlenhydrate in verschiedenen Verhältnissen zueinander stehen, gemacht und zwar:

Körner	Hafer	Erbsen	Lupine
Verhältnis von Eiweißstoffen zu Kohlenhydraten	1 : 6	1 : 2	1 : 0,6

Dieser Vorversuch einer qualitativen Probe über Ausscheidung von Ammoniak wurde mit Hafer- und Erbsenkeimlingen ausgeführt; die Ergebnisse sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Konzentration von HCl	0,00075 n		0,001 n	
	Hafer	Erbsen	Hafer	Erbsen
Erstes Auftreten von Ammoniak nach	19	4	12	3 Tagen
Absterben der Pflanze nach	20	7	15	5 „
pH vor dem Versuche	3,1	3,1	2,9	2,9 „
pH nach dem „	5,1	5,4	5,1	5,6 „

Hieraus ist zu ersehen, daß die Ausscheidung von Ammoniak bei der Erbse früher begann und die Neutralisation der Säure in höherem Maße erfolgte, aber die Erbse zeigte eine größere Empfindlichkeit gegen Säure (was den früheren Angaben über diese Pflanze entspricht) und das Absterben hat bei ihr bedeutend früher begonnen als beim Hafer.

Weil aber die Pflanzen beim Ausscheiden von Ammoniak die saure Reaktion des Mediums mildern und dadurch die Versuchsbedingungen ändern, so wurde bei weiteren Versuchen ein Wechseln der Lösungen vorgenommen, wobei der Ammoniak bei jedem Wechseln bestimmt wurde (die Bestimmungen wurden kolorimetrisch gemacht; bei jedem Versuch war eine gleiche Anzahl von Keimlingen genommen (35); Versuchsdauer und Säurekonzentration wurden entsprechend der Widerstandhaftigkeit der Pflanze gegen Säuren ausgewählt; die Versuche sind im Dunkeln ausgeführt worden).

[1]) Biochemische Zeitschrift, Bd. 182, S. 211—213.

Der Hafer hat so wenig Ammoniak ausgeschieden, daß wir nur die zusammengezogenen Werte für die ganze Versuchsdauer (19 Tage) aufführen:

Konzentration von HCl	0,0025	0,001	0,00025	0,0001	0,00004 n
Menge von NH_3: Versuch 1	0,220	0,362	0,189	0,129	0,067
Versuch 2	0,229	0,354	0,183	0,126	0,065

Entsprechend den kleinen Ammoniakmengen sind die Veränderungen von pH beim Wechseln von Lösungen, das in Abständen von 2—3 Tagen gemacht wurde, unbedeutend gewesen (gewöhnlich unter 0,5 pH).

In dem Falle von Erbsen hatten wir ein energischeres Ausscheiden von Ammoniak und größere Veränderungen in der Reaktion des Mediums:[1])

Anzahl der Tage vom Versuchsanfang gerechnet	Konzentration von HCl				
	0,001	0,00025	0,0001	0,00004	0,00001 n
3	0,444	0,862	0,610	0,442	—
4	0,411	0,504	0,489	0,427	—
5	[1])	1,436	0,768	0,580	—
6		0,928	0,606	0,574	Spuren
8		[1])	0,738	0,402	Spuren
11			[1])	0,312	Spuren
13				[1])	Spuren
Insgesamt NH_3mgr	0,855	3,730	3,211	2,757	—
Veränderung	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8
pH in 24 Stunden 4—5 [2])	[1])	4,6	5,4	5,1	5,2

Im Fall von Lupinen waren die Veränderungen noch schärfer, wenn man angemessen der Fähigkeit dieser Pflanze, Azidität zu vertragen, die Konzentrationen von HCl noch stärker nahm.

Anzahl der Tage	Konzentration von HCl				
	0,01	0,0075	0,005	0,0025	0,001 n
3	2,536	2,305	1,170	0,970	—
4	4,920	4,472	4,054	1,170	Spuren
5	0,896	1,032	1,074	0,607	Spuren
6	0,389	—	0,799	0,433	0,356
Insgesamt NH_3mgr	8,741	7,809	7,097	3,181	3,047

Bei den Konzentrationen von 0,00025, 0,0001, 0,00004 und 0,00001 ist für die Versuchsdauer gar kein Ammoniak gefunden worden.

Was die Reaktionsveränderungen der Lösung betrifft, so entsprachen nach 24 Stunden (zwischen 3. und 4. Tag) in den Perioden der größten Tätigkeit der Keimlinge diese Veränderungen folgenden Werten:

[1]) Um die Tabelle zu kürzen haben wir weiter die Ergebnisse der Parallelversuche nicht aufgeführt (die Zahlen stehen in beiden Reihen sehr nahe zueinander).

[1]) Weiter ist das Absterben der Pflanzen eingetreten.

[2]) Periode der größten Veränderung.

Konzentration von HCl	pH der ursprünglichen Lösung	pH nach 24 Std.	Differenz
0,01	2,0	4,0	2,0
0,0075	2,2	3,8	1,6
0,0050	2,4	4,2	1,8
0,0025	2,8	4,1	1,3
0,0010	2,7	3,4	0,5

Wir sehen also, daß die Lupinenkeimlinge, die reicher mit Eiweißvorräten in den Kotyledonen versehen sind, eine größere Fähigkeit als die Erbsenkeimlinge besitzen, Ammoniak auszuscheiden und die Säure zu neutralisieren; ein Vergleich ist im gegebenen Falle bei gleicher Zahl der Keimlinge vollkommen möglich, da das Gewicht von 100 Erbsensamen = 12,03 g und von 100 Lupinensamen = 12,02 g betragen hatte; für Hafer ist dieses Gewicht natürlich viel kleiner (3,5mal), jedoch liegt es auf der Hand, daß sogar beim Umrechnen auf gleiches Gewicht der Trockensubstanz, der Hafer in bezug auf die Ammoniakausscheidefähigkeit nicht nur der Lupine, sondern auch der Erbse sehr nachsteht.

Es verlaufen also die Erscheinungen der Säurevergiftung analog im pflanzlichen und tierischen Organismus und die Unterschiede zwischen den einzelnen Vertretern (z. B. Lupine und Hafer) stehen im Zusammenhange mit der Eiweißmenge, die dem betreffenden Organismus zur Verfügung steht, ähnlich der Unterschiede bei Fleisch- und Pflanzenfresser.

Die Störung des normalen Verlaufs der Umwandlung von stickstoffhaltigen Substanzen in den Pflanzen, die darin besteht, daß die Ausscheidung des Ammoniaks in das die Wurzeln umgebenden Medium erfolgt, statt es in Amidgruppen umzuarbeiten, wurde bis jetzt in folgenden Fällen beobachtet:

1. Wirkung der freien Säuren.
2. Wirkung der physiologisch sauren Salze wie NH_4Cl und $(NH_4)_2\ SO_4$.
3. Wirkung der anästhesierenden Mittel.
4. Einfluß des Hungerns (volle Erschöpfung des Kohlehydratvorrates).
5. Starker Überschuß der Stickstoffernährung (reichlicher Ammoniak- oder Nitratenzufluß von außen bei relativem Mangel an Kohlehydraten)[1]).

Was haben wir in entsprechenden Fällen für Tierorganismus?

Bei den ersten zwei Fällen haben wir einen vollständigen Parallelismus auch bei den Tieren; bei den letzten zwei Fällen befindet sich das Tier in einer günstigeren Lage als die Pflanze, es widersteht besser der Ammoniakvergiftung, da es keinen Vorrat von unoxydierten Kohlenstoffgruppierungen zur Entschädigung des Ammoniaks braucht entsprechend seiner Fähigkeit, Harnstoff anzuhäufen.

Was nun den dritten Fall betrifft, so wurde schon früher vom Verfasser die Vermutung ausgesprochen, daß im Tierorganismus die Umwandlung des

[1]) Dieser Fall muß in besonderer Abhandlung von uns betrachtet werden (als Einführung mögen die wenigen Zeilen dienen, welche dieser Frage auf S. 211—213 von Bioch.-Zeitschrift, Bd. 182 gewidmet sind).

Ammoniaks in das entsprechende Amid durch die Anästhesie unterdrückt werden mußte, aber damals gelang es uns nicht, bestimmte Angaben in der Literatur über Tierphysiologie zu finden[1]; jetzt haben wir dies bei der Durchsicht des Aufsatzes von W. Löffler „Zur Kenntnis der Leberfunktionen unter experimentell pathologischen Bedingungen[2]" in den Ergebnissen der Versuche über die Einwirkung des Chloroforms auf die Synthese des Harnstoffs in der Leber auf Kosten des doppelkohlensauren Ammoniums gefunden. Es ist nämlich bewiesen, daß die Zuführung von mäßigen Mengen von Chloroform die Syntheseenergie schwächt, dagegen größere Mengen die Synthese ganz einstellen.

Somit wird in auch diesem Punkte eine volle Analogie zwischen dem pflanzlichen und tierischen Organismus festgestellt.

Zusammenfassend können wir folgendes über die Analogie des Stickstoffwechsels bei Pflanzen und Tieren sagen:

I. Die Eiweißhydrolyse verläuft vollkommen identisch unter der Einwirkung von protheolytischen Fermenten in der pflanzlichen und tierischen Zelle (heute scheint es sogar überflüssig dieses zu unterstreichen, aber vor nur 25 Jahren haben sehr hervorragende Pflanzenphysiologen das Umgekehrte behauptet).

II. Die bei dieser Hydrolyse gebildeten Aminosäuren unterliegen in gleicher Weise einer weiteren Oxydation mit Bildung von Ammoniak.

III. Die Wege zur Entschädigung des sich bildenden Ammoniaks sind im Prinzip bei Tieren und Pflanzen identisch und zwar:

	Niedrigste Formen	Höherstehende Formen	
		chlorophylfrei	grüne
Pflanzen	gewöhnliche Neutralisation des Ammoniaks durch organ. Säuren	Harnstoff	Asparagin und Glutamin
Tiere	desgleichen	Harnstoff, Harnsäure, Guanin und Hippursäure	— — — —

IV. Die Störung der synthetischen Funktion (Ammoniakvergiftung) wird bei Tieren und Pflanzen hervorgerufen:

im gleichen Sinne durch { anästesierende Mittel / Wirkung von Säuren / Wirkung von physiologisch sauren Salzen.

Obgleich die Wirkung des Hungers bei höheren Pflanzen eine Ammoniakvergiftung hervorruft, was bei Tieren jedoch allerdings nicht eintritt, so werden durch diese Tatsache die Erscheinungen in Tier- und Pflanzenreich doch nicht scharf getrennt, da die Pilze, die zu Harnstoffbildung fähig sind, in diesem Fall sich wie Tiere verhalten.

[1]) Biochemische Z., Bd. 182, S. 213.
[2]) Biochemische Zeitschrift, Bd. 112, S. 164.

V. Die Synthese der einfachsten Aminssäuren auf Kosten des Ammoniaks und des stickstofffreien Materials ist sowohl im tierischen als auch im pflanzlichen Organismus möglich; aber bei der Frage über Aminosäuren von zyklischem Bau muß geklärt werden, ob diese Synthese bei den Tieren nur mit ungenügender Energie verläuft, oder, was weniger zu erwarten ist, dieselbe überhaupt im tierischen Organismus keinen Platz findet.

VI. Die Reduktion der Nitrogruppe in Aminogruppe erfolgt sowohl bei den Tieren als auch bei den Pflanzen, nur mit dem Unterschiede, daß bei höheren Pflanzen diese Reduktion unter der üblichen Ernährungsbedingung ständig vor sich geht, während für den tierischen Organismus die Zufuhr von Nitraten (oder Nitroderivaten der organischen Verbindungen) eine Ausnahme ist; aber auch in der Pflanze verläuft die Synthese der stickstoffhaltigen organischen Substanz leichter auf Kosten des Ammoniaks als auf Kosten der Nitrate, falls die Nebeneinwirkungen (wie „physiologische Reaktion" der gewöhnlichen Ammoniumsalze) beseitigt sind.

Jedenfalls geht der synthetische Weg zu den Aminosäuren sowohl bei den Tieren als auch bei den Pflanzen über Ammoniak, der bei der regressiven Metamorphose der Stickstoffsubstanzen bei den einen und bei den anderen sich bildet, und in diesem Sinne ist Ammoniak „Alpha und Omega"[1]) des Stickstoffumsatzes in den Organismen überhaupt.

[1]) Dieser Ausdruck wurde vom Verfasser im Jahre 1916 benutzt (Ammoniak als Alpha und Omega etc., im X. Band der „Ergebnisse der Laboratoriums- und Vegetationsversuche; russisch, mit französ. Résumé).

Bodenatmung und Fruchtbarkeit.

Von

Dr. E. H. Reinau, Berlin-Lichterfelde.

Mit 3 Textabbildungen.

Es ist höchst merkwürdig, aber eigentlich auch unsagbar niederdrückend, daß wissenschaftliche Feststellungen von grundlegendster Bedeutung für das wichtigste Gewerbe, nämlich das des Pflanzen- und Ackerbaues, im Laufe von 70 bis nahezu 100 Jahren immer wieder vorgebracht werden, ohne entsprechende Anwendung zu finden. Wenn es sich noch um Feststellungen irgendeines handelte, möchte es noch hingehen, aber es sind tatsächlich bei dem vorliegenden Falle jeweils in ihrer Zeit Männer mit Namen vom besten Klange gewesen, die eine Vorstellung davon hatten und ihr entsprechend Ausdruck gaben, welche Mengen von Kohlensäure der Erdboden mehr oder weniger dauernd abzugeben vermag.

In den 50er Jahren des neunzehnten Jahrhunderts berichtet Corenwinder, daß . . . . . „Erdschichten von 8 cm der Luftwirkung unterworfen" beträchtliche Mengen Kohlensäure abgeben: Seine Mitteilungen besagen, daß innerhalb 24 Stunden je ein Hektar Gartenerde 50 cbm, tonreicher Boden 30 cbm, derselbe gelockert 50 cbm und die Erde eines Rübenfeldes 157 cbm Kohlensäure abgeben. Man vergegenwärtige sich, daß dies heißt, in einem Jahre oder zumindest an 200 Vegetationstagen gäbe solche Erde zwischen 200 und 600 Doppelzenter CO_2-Gas ab, das sind nicht weniger wie 5,5 bis 16 Tonnen reiner Kohlenstoff.

1866 behandelt in seiner Düngerlehre E. Heiden den Kreislauf des Kohlenstoffes in der Landwirtschaft und der Natur. Er berechnet, daß auf Erden der Pflanzenwuchs im Jahr 81,5 mal 10^9 Tonnen CO_2 festlegt. Es ist nun wirklich drastisch, zu sehen, woher er diese Kohlensäure beschafft oder sich denkt, daß sie entstünde: Erstaunlicherweise kann eine Erdbevölkerung von einer Milliarde Menschen nur 0,3 mal 10^9 Tonnen CO_2 ausatmen, alle Tiere der Erde nur etwa doppelt soviel, nämlich 0,6. Aber indem er nun die oben angeführten Beobachtungen Corenwinders benützt, und sie teilweise bei seinen Berechnungen sehr stark verkürzt, legt er zugrunde, daß ein Hektar Landfläche der Erdkugel 7,2 Tonnen CO_2 im Jahre entbinde: und nun kommt das Erstaunliche: Der Erdboden des Festlandes liefert im Jahre 82 mal 10^9 Tonnen Kohlensäure. Man muß doch staunen, wie die Zahl 81,5 für den Verbrauch von Kohlensäure durch die wachsenden Pflanzen derjenigen von 82 für die Leistung des Bodens an Kohlensäure so nahe liegt. — Unten Boden und — wachsende Pflanze darüber, könnten einander nicht näher sein und doch verliert Heiden kein Wort, die bodenbürtige Kohlensäure könnte irgendwie eine Bedeutung dessen haben, was wir heute als Standortsfaktor bezeichnen.

In den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hat Wollny umfangreichere Untersuchungen über „die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung mit Rücksicht auf die Bodenkultur" (Heidelberg 1897) angestellt und veröffentlicht. Obgleich der Wassergehalt des Bodens und seine Temperatur von ganz beträchtlichem Einflusse auf die Kohlensäureabgabe eines Bodens sind, werden die Zusammenhänge nur in chemischer Weise erklärt. Ja, es ist merkwürdig: trotz großer Serien von Kohlensäurebestimmungen in der Luft über der Erde, und zwar jeweils in verschiedenen Schichten von 2, 20 und 200 cm über dem Boden, woraus ganz deutlich hervorgeht, daß in der nächsten Nähe der Erde der höchste Kohlensäuregehalt ist, und dieser nach oben zu geringer wird, findet sich gar keine Andeutung, daß die Pflanzen von der bodenbürtigen Kohlensäure irgendwie profitieren.

Die Ersten, welche die Phänomene der Kohlensäureentwicklung aus Erde, von unserem heutigen Standpunkte aus gesehen, richtig deuten und scheiden, waren J. Stoklasa und A. Ernést (Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., 1905 S. 723). Die Lebenstätigkeit der Bakterien an den organischen Stoffen des Bodens (Humus) wird als die wichtigste Ursache für die Kohlensäureentwicklung aus der Erde angeführt und als zweite die Atmungstätigkeit der Wurzeln der Pflanzen, die in diesem Boden wachsen. Hier wird zum ersten Male das Ausbleiben einer Kohlensäureentwicklung in sterilem Boden berichtet und andererseits die Stärke dieser Kohlensäureentwicklung in natürlichen Böden mit deren Zahl an Bakterienkeimen in Verbindung gebracht. Die überschlägigen Berechnungen, welche von Stoklasa und Ernést angeführt werden, ergeben, daß durch bakterielle Atmung ein Boden in 200 Tagen (also je Jahr) bei etwa 15° 15 Tonnen CO_2 liefert: das sind 5,4 Tonnen reiner Kohlenstoff. Hierzu kommt noch auf kultivierten Feldern die Kohlensäure, welche von der Atmung der Wurzeln herstammt, und die überschlägig 6 Tonnen CO_2 bzw. 1,63 Tonnen Kohlenstoff beträgt.

Was die ermittelten Kohlensäuremengen anlangt, so unterscheiden sich die Befunde Stoklasas nicht wesentlich von denen, welche 50 Jahre früher Corenwinder ermittelte. Nach einer Richtung machen zwar Stoklasa und Ernést schon eine Andeutung, daß diese beträchtlichen Kohlensäuremengen als Ernährungs- und Standortsfaktor eine Rolle spielen werden, nämlich dadurch, daß sie entsprechend den Beobachtungen von Czapek das Aufschließen der Gesteine erleichtern und so die Zufuhr der Bodennährstoffe begünstigen. Es wird auch angedeutet, daß die Kohlensäuremengen, welche als Bikarbonat aufgenommen werden, für den Assimilationsprozeß bemerkenswert sind. Um so auffallender ist es, daß es diesen beiden Autoren damals noch nicht zum Bewußtsein kommt, daß diese Kohlensäuremengen, nachdem sie den Boden verlassen haben, in der freien Luft in nächster Nähe der Erde, dort wo die grünen Pflanzen assimilieren, völlig hinreichen (siehe oben bei Heiden), um den dort sich abspielenden Assimilationsprozeß völlig mit der nötigen Kohlensäure zu versehen. Es ist dies um so merkwürdiger, weil bereits im Jahre zuvor Demoussy (C. r. de l'Akad. Paris 1904, Bd. 139) wenigstens für Mistbeete ausgesprochen hatte, daß sie neben der Wärmeentwicklung ihre günstige Wirkung

der entbundenen Kohlensäure — im Sinne einer Kohlensäuredüngung — verdankten.

Was hat nun den Gedanken einer Kohlensäuredüngung mittelst der bakteriellen Bodenkohlensäure im Freien so sehr erschwert? War es der Umstand, daß man glaubte, die bakterielle Tätigkeit hielte Tag und Nacht in gleicher Weise an, also nachts unter Umständen, wo ja keine Assimilation stattfinden kann, oder glaubte man, daß die stetigen Luft- und Windströmungen die vom Boden her entbundene Kohlensäure verhinderte, daß sie ein wirklicher Standortsfaktor sein könnte? Die Ängstlichkeit diesem Gedanken gegenüber spricht aus den nachstehenden Sätzen H. v. Süchtelen, der die von Stoklasa und Ernést begonnenen Arbeiten 1910 nachprüfte und vertiefte. Er betont wieder, daß die bodenbürtige Kohlensäure auch zur Assimilation in Betracht käme, daß vielleicht die äußere Gestalt der Pflanze damit in Beziehung stünde: „Der Rosettenwuchs ist wohl als eine Anpassung für das Auffangen der kohlensäurereichen Bodenluft anzusehen, und der besonders häufige rosettenförmige oder sonst niedrigliegende Wuchs der Alpenpflanzen — wenngleich von noch anderen Faktoren mitbedingt — so doch auch eine Folge der in den dünnen Luftschichten der hohen Gebirge herrschenden Schwierigkeit der Kohlensäuregewinnung für den Assimilationsvorgang[1])."

Also mit anderen Worten meint Süchtelen, nur dort, wo Pflanzen ihren Standort mit Blättern sorgsam beschirmen, seien sie in der Lage, die bodenbürtige Kohlensäure auch nach ihrem Ausströmen aus ihrem Boden zur eigenen Assimilation zu verwerten. Geschlossene Bestände von Kulturpflanzen wirken jedoch ähnlich (c. f. Reinau „Prakt. CO_2-Düngung 1927).

Bei Süchtelen findet sich also noch keine Andeutung dafür, daß ein Zusammenhang besteht zwischen der mengenmäßigen Erzeugungsfähigkeit eines Bodens an bakterieller Kohlensäure und dem Kohlensäureaequivalent der Trockenmasse der auf diesem Boden geernteten Feldfrüchte. Dies ist etwas verwunderlich, weil er schon wesentlich mehr in die Einzelheiten eindringt und bei seinen Versuchen alle möglichen Bedingungen künstlich herstellt, die in der praktischen Landwirtschaft durch Bodenbearbeitung, Bodenbefeuchtung, Düngen und Misten vorkommen: Nur daß der Landwirt dies alles lediglich der grünen Pflanzen wegen tut und gar nicht an die Bakterien denkt. Mit kurzen Worten, Süchtelen analysiert lediglich, mit Rücksicht auf den von Stoklasa und Ernést gewonnenen neuen Gesichtspunkt der bakteriellen Kohlensäurequelle im Boden, alle landwirtschaftlichen Betätigungen am Boden, aber er schreitet nicht zur Synthese seiner Beobachtungen, ängstlich in dem Gedanken, daß bei der damaligen Kenntnis von der Gasdiffusion im Boden eine Nachahmung der Naturverhältnisse ausgeschlossen sei. Er unterläßt deshalb auch jede Umrechnung seiner Beobachtungen, welche er mit bis 6 kg Erde gewann auf Einheitsflächen von Boden, womit er sich selbst die Türe zur Erkenntnis vom Werte der bodenbürtigen Kohlensäure als Standortsfaktor verschließt.

---

[1]) Ich werde später (S. 316) belegen, daß auch im Hochgebirge der Gehalt in Luft an Kohlensäure rings um die Pflanzen, abgesehen von der barometrischen Verdünnung, also in Volumprozenten, der nämliche ist wie im Flachlande.

Wesentlich deutlicher empfinden diesen Zusammenhang und sprechen ihn auch deutlicher, aber leider in keiner Weise zahlenmäßig begründet, aus Krantz 1909 und Fischer 1912. In einer Abhandlung, wo man derartiges überhaupt nicht vermuten sollte, mit dem Titel „Elektrostatisches Düngen" (Mitt. d. Dtsch. Land.-Ges. 1909) entwickelt Krantz seine Meinung, daß bei den elektrischen Düngungsversuchen, die damals in Mode waren, vom Boden her ein sog. elektrischer Wind erzeugt würde, der auf folgende Weise wachstumsfördernd wirke: Die bakterielle Bodenkohlensäure könnte durch Diffusionsgeschwindigkeit alleine nicht rasch genug zu den Blättern gelangen, der elektrische Wind unterstütze deshalb den Transport und die Ausnützung der bodenbürtigen Kohlensäure. Hieran schließt er eine geniale Vorausnahme aller der Umstände über Entstehung und Bedeutung der bodenbürtigen Kohlensäure, welche im Laufe der nächsten zwanzig Jahre in der Hauptsache durch Studium der Verhältnisse in der freien Natur von Bornemann, Reinau und Lundegårdh aufgeklärt worden sind. Noch ehe die Beobachtungsergebnisse der letztgenannten Drei begonnen oder veröffentlicht waren, und ohne Kenntnis des fernliegenden Aufsatzes über „Elektrostatisches Düngen", wohl aber fußend auf den Veröffentlichungen Stoklasas und Süchtelens, und auch schon auf eigenen Erfolgen mit Kohlensäuredüngung in Gewächshäusern und nährungsweise angestellten Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt bei Pflanzen, die im Freien wachsen, gab ich 1919 in den nachstehenden Sätzen gewissermaßen ein Programm für die notwendigen Untersuchungen, damit die Meinung von der Wichtigkeit der bodenbürtigen Kohlensäure als Standortsfaktor der grünen Pflanzen wissenschaftliches Gut würde.

„Dann aber soll der Übergangsprozeß von organischem Kohlenstoff in Kohlensäure in dem Zeitmaße vor sich gehen, wie die Pflanzen sie gerade verbrauchen können. Wir wissen ja, es sind in der Hauptsache Bakterien, ..., wobei wir die Rolle von gewissen kleinsten Insekten, Würmern usw. nicht außer acht lassen. Wie sehr nun diese Bakterien in ihrer Lebenstätigkeit schon immer synchron mit dem Assimilationsvorgange und Gesamtgedeihen der höheren Pflanzen arbeiten, zeigte unsere Kurventafel (S. 317) mit den Temperaturfunktionen einerseits der Assimilation der höheren Pflanzen und andererseits der CO_2-Entwicklung aus verschieden feuchter humoser Erde bzw. der Dissimilation jener Bodenbakterien. Denn beide — höhere Pflanzen und Kleinlebewesen — gedeihen besser bei höherer Temperatur und größerer Bodenfeuchte, und diese liefern dann in proportionaler Menge die von jenen so notwendig gebrauchte CO_2. Man möchte fast glauben, diese beiden Lebensreiche . . . . . seien durch den Faktor Kohlensäure miteinander zu Wachstumsgenossenschaften verbunden. . . . . .

. . . . . Nun, bis dahin dürfte es schon genügen, im Humus diesen wichtigen Heinzelmännchen das Leben so angenehm wie möglich zu machen, damit sie jeweils dann auch arbeiten, wenn die höheren Pflanzen dies tun . . . Einen Teil dieses Problems sehen wir schon bezüglich Feuchte und Temperatur in Harmonie zwischen grünen Pflanzen und Bodenbakterien gelöst. Ob letztere auch Freunde des Lichtes sind, mag man daraus, daß sie in den obersten Zentimetern der Erde häufiger vorkommen als in tieferen Lagen, wohl weniger schließen,

als daß sie reichlich mit Sauerstoff durchlüftete Orte lieben. Ja, es wäre gut, wenn diese Kleinlebewesen bei Nacht überhaupt weniger aktiv wären und am Tage von jenen etwa 60—70% ungenutzter Sonnenenergie, durch das blättergrüne Dach der Pflanzen filtriert, Lebensanregung ziehen könnten. In etwas geschieht dies ja bereits dadurch, daß sie, wie gezeigt, von der Sonne die Heizung ihres Lebensraumes, des Bodens, fordern und einen Wechsel in dessen Feuchtegehalt wünschen, also zwei Leistungen, zu denen Sonnenenergie notwendig ist. Vor den bakterientötenden Strahlen sind sie ja durch die Blätter gedeckt, darum könnten sie diesen auch ihrerseits den Gefallen erweisen, nachts zu ruhen und ähnlich wie Mensch und Tier nachts etwa 25—40% oder noch weniger CO_2 entbinden, wie am Tage. Kurz, es könnte alles ungefähr so sein, wie wir es zu einem harmonischen Zusammenspiel für unsere grünen Pflanzen nur wünschen.

Indessen, wir haben die Materie noch lange nicht in der Hand. Und bis wir diesen nützlichen Kleinlebewesen ihre Wohnstätte, unsere Äcker, die Erde nicht so gut und mit der Sorgfalt zubereiten, wie sie ein Bakteriologe auf eine Kultur verwendet, vermittelst der er einen Pestverdächtigen, inmitten einer Weltstadt aufgetaucht, identifizieren will, solange ist hier noch viel Arbeit zu leisten zur Verbesserung unseres Land- und Felderbaues. Auch diese Lebewesen wollen ihre ganz bestimmten Nahrungsstoffe; diese Zellulosegärer und Pepsingärer usw. Sie brauchen auch Phosphorsäure, auch Ammoniak, vielleicht auch Kali und wahrscheinlich manchen anderen Stoff, von dem man hin und wieder auf den Feldern an den Erträgnissen Erfolg sah, ohne in den Pflanzen selbst dieser Stoffe habhaft zu werden. Man wird wohl dahin gelangen, den einen oder anderen Stamm dadavon zu züchten, der in der Verarbeitung der dargebotenen organischen Abfallstoffe genau gleichen Schritt hält mit dem Vegetationsverlaufe irgendeiner bestimmten Kulturpflanze. Dann hätten wir das erreicht, was wir am Anfange dieses Abschnittes als ein Mittel bezeichneten, um die Darreichung des Gases Kohlensäure zur Düngung der Pflanzen selbstregulatorisch mit dem augenblicklichen Maximalbedürfnisse der Pflanzen zu verbinden." (Reinau „Kohlensäure und Pflanzen", Knapp, Halle 1919.)

Kardinalfragen des ganzen Gebietes der „automatischen" Kohlensäuredüngung sind also: Welche Mengen Kohlensäure können landwirtschaftliche Pflanzen unter den üblichen bzw. in wirtschaftlicher Weise verbesserten Bedingungen verarbeiten und wieviel Kohlensäure kann der Boden, auf dem sie stehen, ebenfalls wiederum unter den gebräuchlichen oder mit Rücksicht auf die eine notwendige Rente verbesserten Bedingungen in derselben Zeit liefern? Und ferner ist die Frage: Ob die Dynamik der beiden Gruppen von Vorgängen in einheitlichem Sinne verläuft?

Diese drei Fragegruppen haben indessen noch eine Voraussetzung oder besser gesagt, einen Untergrund, der noch kurz zu skizzieren ist:

40% der Trockensubstanz der Pflanzen, der Kohlenstoff geht nicht — oder wenigstens in nur ganz geringem Teile — durch die Wurzeln in die Pflanze über sondern vermittelst der grünen, namentlich Blattorgane, die im freien Luftraume sind. Dies ist, gewissermaßen hypothesenfrei ausgedrückt, der Sinn von

Saussures Feststellungen zur alten Humusfrage. Seine Grundversuche sagen entgegen der üblichen Annahme nichts Endgültiges darüber aus, ob der als Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff nicht doch vom Standorte der betreffenden Pflanze herrührt. Saussures Grundversuche mit einzelnen Pflanzen, die freistehen, lösen nämlich diese Frage nicht, sondern nur die mehr wissenschaftliche, daß das Blatt als Luftorgan den Kohlenstoff für die Gesamtpflanze in Gestalt von Kohlensäure aus der Umluft aufnimmt. Für den praktischen Pflanzenbau ist aber folgender anderer Teil dieser Frage wichtig, nämlich: Sind die physikalischen Möglichkeiten (Massenbewegung, Wind, Diffusion) des Luftmeeres derart, daß sie nicht nur Quadratkilometer große, sondern unendliche Flächen assimilierender Pflanzen, wie sie die europäischen Kulturstaaten als Äcker und Felder, Wiesen und Wälder bedecken, nicht nur mit gerade hinreichenden, sondern mit optimalen Mengen Kohlensäure für kräftigste Assimilation versehen können. Oder spielt die in nächster Nähe der Blätter, nämlich am Standorte der Wurzeln und Stengel aus dem Boden sich ständig entbindende Kohlensäure, — die bodenbürtige — hierbei eine wesentliche Rolle? Oder macht die Kohlensäure einen merkwürdigen Umweg für den Fall nämlich, daß die obersten Luftschichten nicht rasch genug die Kohlensäure herbringen können, sie entsteht zwar in großen Mengen aus dem Boden eines Roggenfeldes, wird aber sofort von der Luftbewegung den assimilierenden Roggenblättern entführt, um erst in der Nachbarschaft von den Pflanzen eines Kleeschlages wieder aus der Luft angesaugt zu werden?

Dank den Feststellungen, welche auf Anregung von meinem obigen Programm von mannigfacher Seite im Laufe der letzten 9 Jahre vorgenommen wurden, sind wir heute wohl in der Lage, diese sämtlichen Fragen mit verhältnismäßig wenigen einfachen Sätzen zu klären und zu beantworten.

Was zunächst den Kohlensäuregehalt der Luft in nächster Nähe von wachsenden Pflanzen anlangt, so konnte ich in dem Maße, wie ich mehr und mehr Momentanproben in raschen Zeitabständen hintereinander im Laufe von 24 Stunden und an meteorologisch-verschiedenen Tagen vornahm (s. Abb. 1 u. 2 u. Tab. 1), die sog. Konstanz des Kohlensäuregehaltes in der Luft als einen falschen Schluß im Gefolge der früher üblichen Untersuchungsmethoden erweisen. Die Abbildungen 1 u. 2 bzw. die Tabelle 1 im experimentellen Teile zeigen wie der Kohlensäuregehalt der Luft um Pflanzen bzw. in der Nähe der Erde, wo ja immer irgendwelche Pflanzen, sei es als Kultur oder Unkraut gewachsen, sich tagesperiodisch gegen Mittag senkt und im Laufe der Nacht bis morgens steigt. Es entsprang nun nicht nur meinem Wunsche, zu wissen, unter welchen Kohlensäuregehalten freiwachsende Pflanzen assimilieren, daß ich derartige Beobachtungen vornahm und anregte; der Anlaß dazu war vielmehr ein Gedanke, der sich zu einer Hypothese entwickelte, die als sog. Kohlensäurerestheorie bekannt geworden ist[1]). In den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts, als Reiset Münz und Aubin und Marie Davy aus Frankreich große Serien von Kohlensäurebestimmungen in der Luft mitteilten, war es dem älteren Dumas aufgefallen: Nicht, daß über einem üppig wachsenden Luzernenfelde

[1]) Reinau, Deutsche Chem. Ztg. 1919.

der Kohlensäuregehalt in der Luft nur 0,028% oder 28/100 000 Vol. Teile betrug, sondern, daß der für damals für normal gehaltene Kohlensäuregehalt von 0,030% = 30/100 000 trotz einer starken Assimilation in nächster Nähe nicht tiefer fällt. Aus der Gesamtheit der bis etwa 1918 vorliegenden Kohlensäurebestimmung in der Luft gab ich damals die folgende Erklärung für diese merkwürdige Tatsache:

Nicht nur an hellen Tagen, wie bei dem angeführten Luzernenfeld, erreicht der Kohlensäuregehalt verhältnismäßig niedrige Werte, sondern auch der Durchschnittswert in hellen Jahren liegt niedriger wie in trüben (Marie Davy). Da nämlich der Assimilation eine Reaktion zwischen Licht und Kohlensäure zugrunde liegt, sei es nun, daß sie sich im Weiteren nach den Anschauungen von Stoklasa[1]) mehr mit Hilfe von Kali und Bikarbonat oder nach jenen von Willstätter und Stoll[2]) im Zusammenhange mit dem Chlorophyllmagnesiumkarbonat abspielt, so stellte ich mir vor, daß diese Reaktion entsprechend dem Massenwirkungsgesetze eine umkehrbare sei, abhängig von den Konzentrationen bzw. Stärken von Kohlensäure und Licht. Dann gäbe es bezüglich der Kohlensäure gewisse Grenzkonzentrationen, wo diese bei einer gewissen Stärke des Lichtes nicht mehr verarbeitet werden könnte. Ich sagte schließlich, der sog. mittlere Kohlensäuregehalt in der Luft, nämlich 0,030%, stellt nicht eigentlich die Kohlensäuremenge vor, aus der heraus die Pflanzen assimilieren, sondern dies ist der Rest von Kohlensäure, den die Pflanzen unter den mittleren irdischen Verhältnissen von Wärme und Licht nicht mehr verarbeiten können, den sie also in der Luft zurücklassen. Wie üblich, ist diese Ausdrucksweise gelegentlich mißverstanden worden, als ob sie heißen sollte, bei einem Gehalte von 0,030% Kohlensäure in der Luft könnten Pflanzen überhaupt nicht assimilieren. Gutwillig konnte dies aber nicht aus meinen eingehenden Darlegungen abgeleitet werden. Im Gegenteil, ich diskutierte z. B. ausführlich die Frage: Welches wohl bei höchster Sonnenlichtstärke der niedrigste Grenzwert sein möchte? Und kam dabei auf Werte von etwa 20 bis 22/100 000. Inzwischen ist das Minimum, welches ich in unmittelbarer Nähe inmitten eines Zuckerrübenschlages an der Spitze der oberen Blätter an Kohlensäure in der Luft fand, an einem hellen Sommertage 14/100 000 gewesen.

Warum ist der Wert nicht niedriger? Stimmt meine Ansicht und die aus dem Massenwirkungsgesetz abgeleitete Hypothese oder ist vielleicht etwas anderes hieran Schuld.

Ich werde nacheinander die Tatsachen aufzählen, die es mir zwingend erscheinen lassen, auch heute noch meine Hypothese aufrecht zu erhalten.

1. Neben dem einzigartigen Phänomen der Chlorophylassimilation geht in der Natur ständig einher dasjenige der Dissimilation oder der Atmung. Die Deckung des Energie- und Betriebsstoffwechsels nahezu aller lebenden Zellen, seien sie in Pflanze, Tier, Mensch oder Bakter, erfolgt in der schrittweisen Vereinigung der im Gefolge der Assimilation entstandenen Kohlenstoffverbindungen mit Sauerstoff, bis sie sich wieder zu der gasförmigen Kohlensäure abgebaut haben. 2. Im assimilierenden grünen Pflanzenblatte findet die Assimilation ihren

[1]) „Beitr. zur Kenntn. d. Ernährg. d. Zuckerrübe", 1916, Fischer.
[2]) „Unters. ü. d. Ass. d. CO_2", 1918, Springer.

Gegenpart in der Atmung, und im Boden atmet sowohl die Wurzel der Pflanze als auch die Bakterien in der Erde um sie herum, und aus der porösen Bodenoberfläche kann diese Kohlensäure vereinigt in die freie Luft austreten und in die Umgebung des Blattes gelangen. Die Reaktionsgleichung, welche ich im Sinne des Massenwirkungsgesetzes meiner Kohlensäurelicht-Resthypothese zugrunde legte:

$$\text{Licht} + \text{Kohlensäure} + \text{Vermittler} \rightleftarrows \text{Assimilat}$$
$$(\text{Chlorophyll oder } KH\,CO_3)$$

ist also nach links zu nicht nur eine einfache Dissoziation oder Freiwerden von Kohlensäure und Energie, sondern der Atmungsprozeß selbst bietet die Gegenreaktion, deren Gleichung noch chemischer Erklärung harrt. 3. Auf jeden Fall sind die Vorgänge der Dissimilation immerwährend und ununterbrochen diejenigen der Assimilation, jedoch bei Nacht oder abnehmendem Lichte gleich Null. 4. Wenn man so sagen will — dementsprechend — weil sie also gewissermaßen nur halb solange dauert, — ist die Chlorophyllassimilation von größerer Heftigkeit wie die Atmung. Die gleiche Fläche Blatt assimiliert unter mittleren Temperaturverhältnissen 10 bis 20mal so stark, wie sie atmet. Was die Dissimilationstätigkeit der Wurzeln anlangt, so gestatten die Untersuchungen von Stoklasa und Ernést im großen ganzen den Schluß, daß die zu einer Pflanze gehörigen Wurzeln im allgemeinen etwa $^1/_6$ so stark Kohlensäure ausatmen, wie die Blätter dieser Pflanzen zu assimilieren vermögen. Hinsichtlich der Bakterien, die im Boden sind, und deren Dissimilationsenergie, gilt im gewissen Sinne das Rubner sche Gesetz, daß die Atmungsgröße in dem Verhältnisse zunimmt, wie zum Inhalte bzw. Gewicht die Oberfläche eines Organismus abnimmt. Man kann dieses Gesetz selbst aus den Wurzelatmungsbestimmungen von Stoklasa und Ernést erkennen, indem beisp. die Wurzeln der Zuckerrübe (Beta vulgaris) um so stärker atmen, je jünger und zarter sie sind. Je 100 Gramm 25 Tage alter Wurzeln gaben beisp. 0,544 g Kohlensäure ab, dagegen 4 Monate alte nur noch 0,031 g. Bakterien sind jedoch in der Lage, in einer einzigen Stunde ihr eigenes Gewicht an Trockensubstanz zu veratmen, d. h. 100 g Bakterientrockensubstanz liefern in der Stunde bis etwa 300 g Kohlensäure. Die Atmungsintensität ist also hier 300 bis 500 mal stärker wie bei den feinsten Zuckerrübenwurzeln. Aber zum Glücke namentlich für die Assimilationsfähigkeit der grünen Pflanzen ist der Gehalt an Bakterientrockenmasse im Boden der Äcker oder sonstiger Erde verhältnismäßig klein. Er beträgt zwischen 0,004 und 0,01% der Erdmasse bis auf 30 cm Tiefe, in der überhaupt die größte Mehrzahl aller Bodenbakterien lebt. Trotzdem ist die Summe der Kohlensäureabgabe der Bodenoberfläche in die freie Luft, also die Bodenatmung eines Quadratmeters Bodenfläche ziemlich beträchtlich. Aus den mannigfaltigen Ermittlungen Bornemanns, Lundegårdhs, von meiner Seite und von Dönhoff (Kühns Archiv 1928) ergibt sich hierüber folgendes:

a) Je nach ihrer geologischen Formation geben landwirtschaftliche Ackerböden unter besten Kulturbedingungen zwischen 0,4 und allerhöchstens 1 g CO_2 ab.

Die an Humus und Bakterien reicheren Gartenböden geben zwischen 0,6 und 1,3 g; und schließlich

künstliche Mistbeete im Frühgemüsebau unter Glas liefern zwischen 1 und $2^1/_2$ g Kohlensäure je qm und Stunde.

b) Bei mangelnder Feuchtigkeit können die unter a angegebenen Werte bis auf 0,1 g und gelegentlich noch weniger zurückgehen;

bei niedrigeren Temperaturen von etwa 0 Grad, namentlich im Winter, können selbst Werte von 0,002 bis 0,005 g vorkommen;

jedoch bei Regen steigt die Bodenatmung augenblicklich um den 2 bis 3fachen Betrag.

c) Bei jahrelang fortgesetzten Beobachtungen ergibt sich deshalb eine deutliche Jahreskurve der Bodenatmung mit Maximalwerten im Juni und August und einem hochgelegenen Minimum im (trockenen) Juli und einem sehr tiefen Minimum in den Wintermonaten.

d) Außerdem besteht eine ganz charakteristische Tageskurve der Bodenatmung in Abhängigkeit von dem Temperaturverlaufe des Bodens in 5 cm Tiefe. Mit je 10 Grad Temperaturerhöhung im Laufe des Tages verdoppelt sich die Bodenatmung. Sie hat kurz vor Mittag ihr Maximum und sinkt gegen Abend sehr rasch ab, so daß sie zwischen 3 und 6 Uhr morgens ihr Minimum erreicht, das durchschnittlich $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Maximums beträgt. (Ich hoffte 1919, daß dieser Vorgang durch die Bakterien so vernünftig geregelt würde, daß sie nachts nur um 40% weniger Kohlensäure produzierten, und die Ermittlungen haben nun ergeben, daß sie noch sparsamer arbeiten und sogar 60 bis 70% ihrer Atemtätigkeit im Laufe der Nacht einbüßen.)

Alle Arten von leichtlöslichen biogenen Salzen (Kunstdünger) vermehren bei hinreichender Feuchtigkeit die Bodenatmung um das $1^1/_2$ bis 2 fache, hingegen bei mangelndem Wasser können sie die Bodenatmung herabdrücken.

Wir sehen also, daß die Bodenatmung je nach den Umständen beachtliche Mengen von Kohlensäure in die Luft geben kann. Diese Mengen sind, verglichen mit der Assimilationsleistung von Blattflächen, ziemlich beträchtlich. Nach den Untersuchungen von W. Broocks (Inaug. Dis. Halle 1902) bzw. von Brown und Escombe (Phil. Tranact. 1900, Ser. B., Bd. 193) vermag ein Quadratmeter Blattfläche unter natürlichen Umständen bei hellstem Sonnenlicht 2 bis $2^1/_2$ g Kohlensäure zu assimilieren. Während also die Blattatmung und die des Bodens unter landwirtschaftlichen Verhältnissen höchstens 1 g Kohlensäure je qm und Std. erzeugt, vermag schon 1 qm Blattfläche alleine doppelt soviel zu verarbeiten und überdies befinden sich meist über dem Boden soviele Blätter, daß ihre Fläche die des Bodens mehrfach überdeckt: Es besteht also die merkwürdige Tatsache, daß an sich die Assimilationsleistung der Blätter vielmehr Kohlensäure verarbeiten könnte als wie der Boden überhaupt jemals liefert und trotzdem sinkt der Kohlensäuregehalt der Luft nicht auf 0 herab.

Es bleibt noch eine Möglichkeit zur Erklärung dieser Auffälligkeit, daß nämlich die Bodenkohlensäure zwar restlos aufgearbeitet wird, daß sich jedoch der nunmehr kohlensäurefreien, erdnahen Luft kohlensäurehaltige aus höheren Schichten beimischt und deshalb der Gehalt niedriger wie 0,03% wird. Im Widerspruch zu einer solchen Annahme stehen jedoch umfangreiche Ermittelungen über den Kohlensäuregehalt von Luft in Gewächshäusern (Tab. 3 u. 4). Selbst in ganz dichten Häusern und bei völlig geschlossenem Zustande derselben sinkt nämlich der Kohlensäuregehalt, wenn sie dicht mit Blättern besetzt sind (Gurkentreiberei), nur äußerst selten auf 0,030% herab. Meist liegen die Werte im Minimum bei 0,035 bis 0,040. Auch hier bemerkt man bei fortlaufenden Untersuchungen ein Absinken bis gegen Mittag und ein Ansteigen gegen Abend und Nacht. Hier ist also das Eindringen von äußerer Luft fast unmöglich als Ursache dafür heranzuziehen, daß der Kohlensäuregehalt nicht auf 0 sinkt;

zudem könnte dann der untere Grenzwert im Hause höchstens 0,030% sein. Er liegt aber höher! Weil nämlich durch den Glasbelag die Lichtstärke im Innern des Hauses um 25 bis 40% vermindert wird, muß nach dem Kohlensäurelicht-Produktgesetz der Restwert für CO_2 höher wie 30 liegen!

Eine kurze Rechnung zeigt auch, daß dies nicht etwa daher kommt, daß infolge der stärkeren Bodenatmung der Beeterde mehr Kohlensäure erzeugt wird, als an sich die vorhandenen Blätter bei richtiger Konzentration verarbeiten können:

Ein normales Gurkentreibhaus von 30 m Länge und 3 m Breite, also 90 qm Gesamtbodenfläche, besitzt 2 Beete mit höchstens 60 qm Oberfläche, die durchschnittlich hoch gerechnet bei 2 g Bodenatmung in der Stunde 120 g Kohlensäure abgeben, während die 30 qm Bodenfläche des Mittelweges allerhöchstens 10 g liefern. Im ganzen entstehen also je Std. 130 g Kohlensäure. Bei einer durchschnittlichen Höhe des Hauses von 1,25 m hat es 125 cbm Inhalt, die bei 0,036% CO_2 45 Ltr. = 90 g CO_2 enthalten. Im ganzen steht also für die Assimilation einer Stunde 220 g Kohlensäure zur Verfügung. Es ist nicht zuviel behauptet, wenn man annimmt, daß in einem gesunden Treibhaus für Gurken über die ca. 150 qm Glasflächen hin kräftige Pflanzen mindestens 300 qm Blattfläche haben. Diese können auf jeden Fall bei bester Belichtung und guter Temperatur (25°) und richtiger CO_2-Konzentration 1,5 g Kohlensäure assimilieren. Es läge also keine Schwierigkeit vor, daß die vorhandene Blattfläche 450 g Kohlensäure verarbeitet. Und nun ergibt sich trotz eines Mangels an Kohlensäure von ca. 230 g noch ein Rest von 0,036% = 90 g Kohlensäure im Hause:

Ja, in Stunden kurz nach Mittag nimmt der Gehalt mindestens je Stunde um weitere 0,005 % oder 13,5 g Kohlensäure zu, trotz der Tatsache, daß die Blätter an sich soviel mehr assimilieren könnten. Das Einzige, was die Blätter daran hindert, ihre fakultative Leistungsfähigkeit zu betätigen, ist der Umstand, daß sie bei den betreffenden Lichtstärken in den Häusern Kohlensäure unterhalb einer gewissen Grenzkonzentration in der umgebenden Luft nicht mehr daraus aufzunehmen vermögen.

Sobald man dieses Phänomen einmal erfaßt hat, wundert man sich nicht mehr darüber, daß im Freien keine Nullwerte vorkommen. Allerdings, wenn man mit Moment-Analysen-Methoden arbeitet, beobachtet man wie oben erwähnt auch niedrigere Werte wie sie zurzeit Dumas vorlagen, wo man meist entweder stundenlang dauernde Aspirationsmethoden benutzte oder übermäßig große Luftproben mit Flaschen von mehreren Litern Inhalt durch länger dauerndes Auspumpen nahm. Bei stundenlangen Aspirationsmethoden gelingt es nie, ausschließlich Luft von dem Momente kräftigster Belichtung alleine für sich zu untersuchen. Und bei den Flaschenmethoden wird meistens die Luft tieferer und höherer Schichten zu sehr vermischt, so daß man wiederum nicht diejenige Luft aus unmittelbarer Nähe der am stärksten belichteten Blätter bekommt sondern dazwischen solche vom Boden oder aus der freien Luft. Bei Anwendung der Methode nach Petterson-Sondén (s. Stoklasa und Doerell, Handbuch der biophys. und bioch. Durchf. d. Bodens, S. 690 ff.) habe ich als derartigen Minimumwert auf einem starkbesonnten Rübenfeld in Höhe der Blattspitzen den bisher niedrigsten Wert mit 0,014 Vol. % CO_2 gefunden. Man ermittelt indessen bei serienmäßiger Analysenfolge und durchaus synchroner Probeentnahme von Luft a) wenige Zentimeter über dem Boden, b) an der Spitze der Blätter und, c) schließlich oben in der freien Luft über den Pflanzen am Tage immer einen niedrigsten Wert bei den hellsten Pflanzenteilen und den höchsten Wert in Erdnähe in der stärksten Beschattungszone. Der Gehalt

in der freien Luft liegt am Tage irgendwie dazwischen. Nachts jedoch hat die freie Luft den geringsten Kohlensäuregehalt, an den Blattspitzen ist er etwas höher und in Bodenhöhe am höchsten. Kommt indessen ein plötzlicher Nebel und ist ein sehr warmer Tag, dann kann es vorkommen, daß selbst bei den obersten Blattspitzen der Restwert höher wie 0,030 liegt. Daher rührt es auch, daß man in der gesamten diesbezüglichen Literatur immer wieder darauf stößt: die höchsten Kohlensäuregehalte am Tag sind bei Nebelwetter.

Auf Grund all dieser Forschungsergebnisse haben wir nunmehr folgendes Bild:

Dank der überragenden Intensität seiner Assimilationsleistung ist das Blattgrün befähigt, am Standort entwickelte Kohlensäure unmittelbar bis auf einen kleinen Rest an sich zu reißen. Dieser Rest ist bei voller Sonne am geringsten und nimmt gegen Abend zu, ja, er steigt in der Nacht bis zum völligen Verluste der Standortskohlensäure. Indessen ist der bakterielle Abbau des Humus im Boden derart von der Temperatur abhängig, daß in den assimilationslosen Stunden weitaus am wenigsten Kohlensäure erzeugt wird. Ja, in den ersten hellen Morgenstunden gibt der Boden noch so wenig Kohlensäure ab, daß die Pflanzen, die während der Nacht in die erdnächste Luftschicht vom Boden her abgegebene Kohlensäure zunächst noch aufzehren können. Die Tatsache, daß Momentanalysen des Kohlensäuregehaltes in übereinanderliegenden Luftschichten nahezu immer gleichsinnig verschiedene Kohlensäuregehalte ergeben, und daß u. a. auch tags bei plötzlichem Nebel der Kohlensäuregehalt augenblicklich steigt, beweisen, daß die bodenbürtige Kohlensäure vom Standorte nicht leicht durch Winde in die Höhe getragen und den Chlorophyllzellen entführt wird. Unter allen diesen Gesichtspunkten muß die wohl auf den ersten Blick so merkwürdige Übereinstimmung zwischen den Mengen der vom Boden auf Erden abgegebenen Kohlensäure und der von der irdischen Gesamtvegetation verbrauchten begreiflich werden, und es muß weiter daraus folgen, daß die durchschnittliche Bodenatmung mit dem durchschnittlichen Ertrage übereinstimmt. Es geht dies z. B. aus den nachstehenden Zahlen hervor, welche auf Ermittlungen Dönhoffs (l. c.) auf dem Felde des „ewigen Roggenbaues" in Halle beruhen.

Parzelle	Mittelwerte aus je 12 Bodenatm.-Best.: mmg/qm/Std. 24.—28. VIII. 1926	Gesamternte 1926 kg	Korn 1926 kg
Ungedüngt	115,5	955	710
Stallmist	216,2	3335	2034
Nur N	182,5	2090	1194
Nur P u. K	142,7	2280	1190
N P K	242,6	3465	2200

Bezüglich Düngung bedeutet:

N = 40 kg N halb als Ammonsulfat halb als Natronsalp. P = 56 kg als Superph. K = 90 kg als Kainit Stallmist = 120 dz. alles je ha.

Hierzu schreibt Dönhoff: „Zwischen den Bodenatmungswerten und den Ernteergebnissen der verschiedenen Parzellen des „ewigen Roggenbaues" findet sich der in der Größen- und Rangordnung — eine deutliche Übereinstimmung." Er stellt deshalb derartige Bodenatmungsmessungen als gleich wichtig der Neubauer-Analyse und dem Mitscherlichschen Gefäßversuche an die Seite. Stoklasa habe (Mittlg. der Int. Bodenk.-Ges. 1926, Bd. II) gesagt: „Die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds ist ein Indikator für die Fruchtbarkeit des Bodens." Ich möchte auf Grund des hier dargelegten schlüssigen Beweises einen Schritt weitergehen und sagen: Die Feststellung bodenbürtigen Kohlensäure unterrichtet uns nicht nur über den biologischen Zustand der Böden und indiziert nicht nur deren Fruchtbarkeitszustand, sondern:

die bodenbürtige Kohlensäure, die Bodenatmung, ist die Fruchtbarkeit unserer Böden, dank der überragenden Intensität der Arbeit des Blattgrüns.

Experimentelle Belege.

I.

Zum Belege für den täglichen Gang des Kohlensäuregehaltes der Luft und für den Einfluß der verschiedensten Helligkeitsgrade an verschiedenen Tagen gebe ich zum Teil aus früheren Arbeiten, zum Teil aus noch nicht veröffentlichtem Materiale im folgenden einige Beobachtungsreihen:

A. Abb. 1.

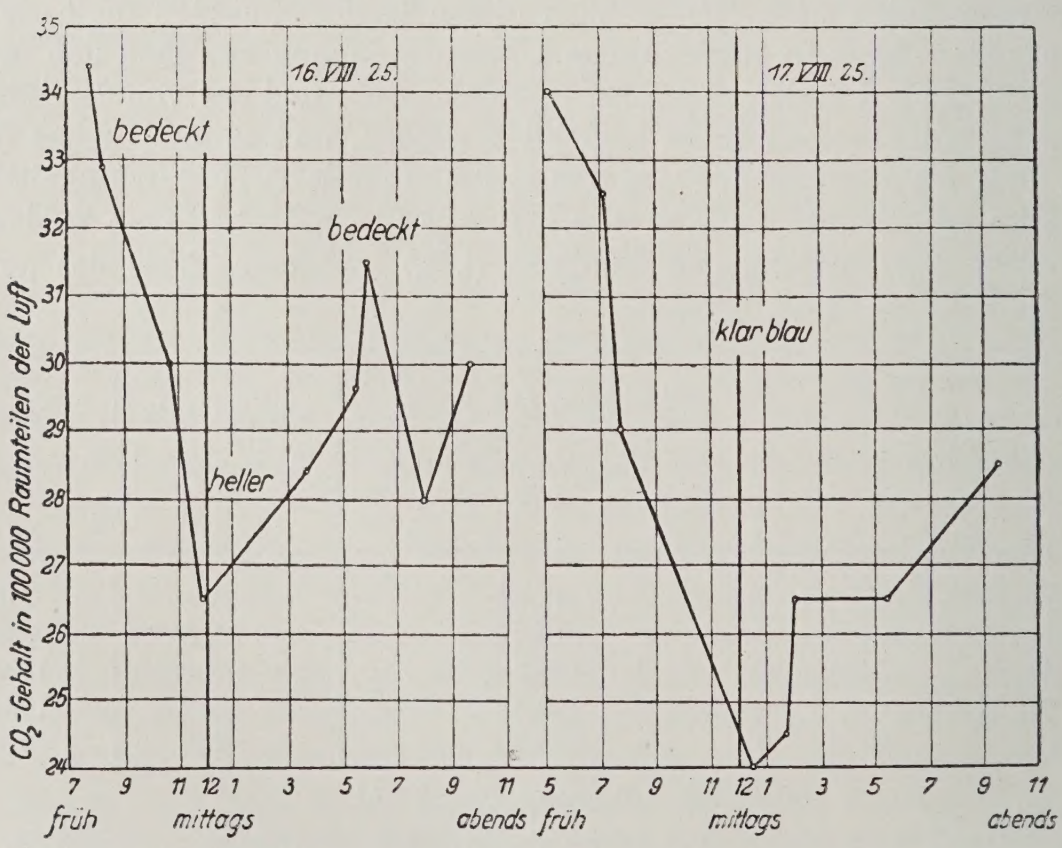


Abb. 1.

Tagesgang des CO_2-Gehaltes der freien Luft im Hochgebirge.

Hier sind Beobachtungen aus dem Hochgebirgstale von Davos mitgeteilt, welche im Jahre 1925 auf Veranlassung des Schweizerischen Instituts für Hochgebirgsphysiologie und Tuberkulose-Forschung in Davos angestellt wurden[1]). Die Messungen sind mit Petterson-Sondén-Apparaten ausgeführt worden, von denen Temperaturschwankungen sorgfältigst abgehalten waren. Man sieht aus den graphisch wiedergegebenen Werten (das ausführliche Journal ist in meinem Buche „Prakt. Kohlensäuredüngung" J. Springer, Berlin 1927 S. 57 wiedergegeben), daß am hellen Tage der Niedrigstwert tiefer liegt, wie am bedeckten. Ferner ist um die Mittagszeit immer der niedrigste Wert, und schließlich werden am hellen Tage immer schon einige Stunden früher niedrigere Werte erhalten wie am bedeckten Tage.

B. Hier handelt es sich um Untersuchungen aus dem mitteldeutschen Flachlande. Die gestrichelte Linie zeigt, wie auch in Halle auf dem Versuchsfelde der Kohlensäuregehalt von morgens bis gegen Mittag von 42 bis auf etwa 25 fällt und nachmittags wieder ansteigt. Diese Tabelle zeigt außerdem in der ausgezogenen Linie das starke Anwachsen der Bodenatmung mit zunehmender Bodentemperatur (in 5 cm Tiefe) und deren rascher Abfall nachmittags (ausführliches Journal, s. D ö n h o f f „Untersuchung über die Größe und Bedeutung der Bodenatmung." Kühns-Archiv, Berlin 1927).

B. Abb. 2.

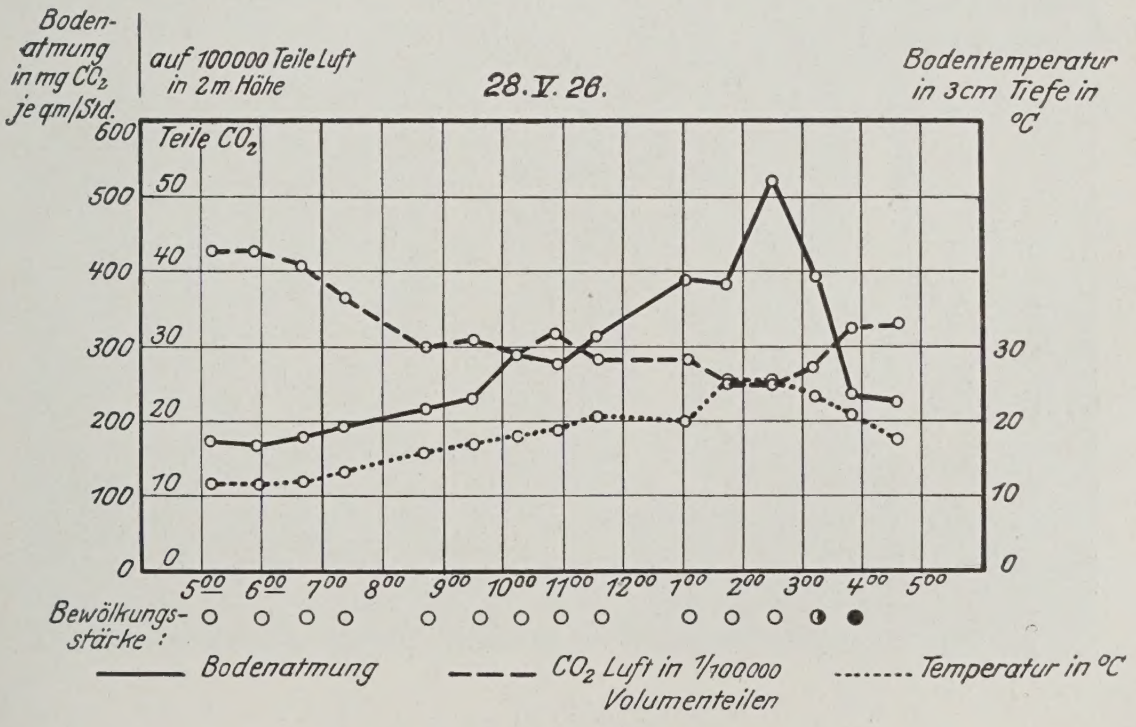


Abb. 2.

Tagesgang von Bodentemperatur, Bodenatmung und von CO_2-Gehalt der freien Luft.

C. Die folgenden Analysen sind zum Unterschiede von den zuvor mitgeteilten nicht mit einem Petterson-Sondén-Apparat, sondern mittels einer Absorptions- und Mikrotitrations-Methode durchgeführt worden, welche in

[1]) Ausführliche Veröffentlichung verzögerte sich ohne Verschulden des Autors.

dem Tierphysiologischen Laboratorium von Krogh-Kopenhagen und seinem Mitarbeiter P. B. Rehberg für Kohlensäurebestimmungen in der Luft ausgearbeitet worden ist. (Skandi Arch. f. Physiologi 1926, Bd. **54,** S. 167.) Ausführliches Belegmaterial über die Anwendungsweise dieses Verfahrens findet sich Biochemische Zeitschrift 1927/28.

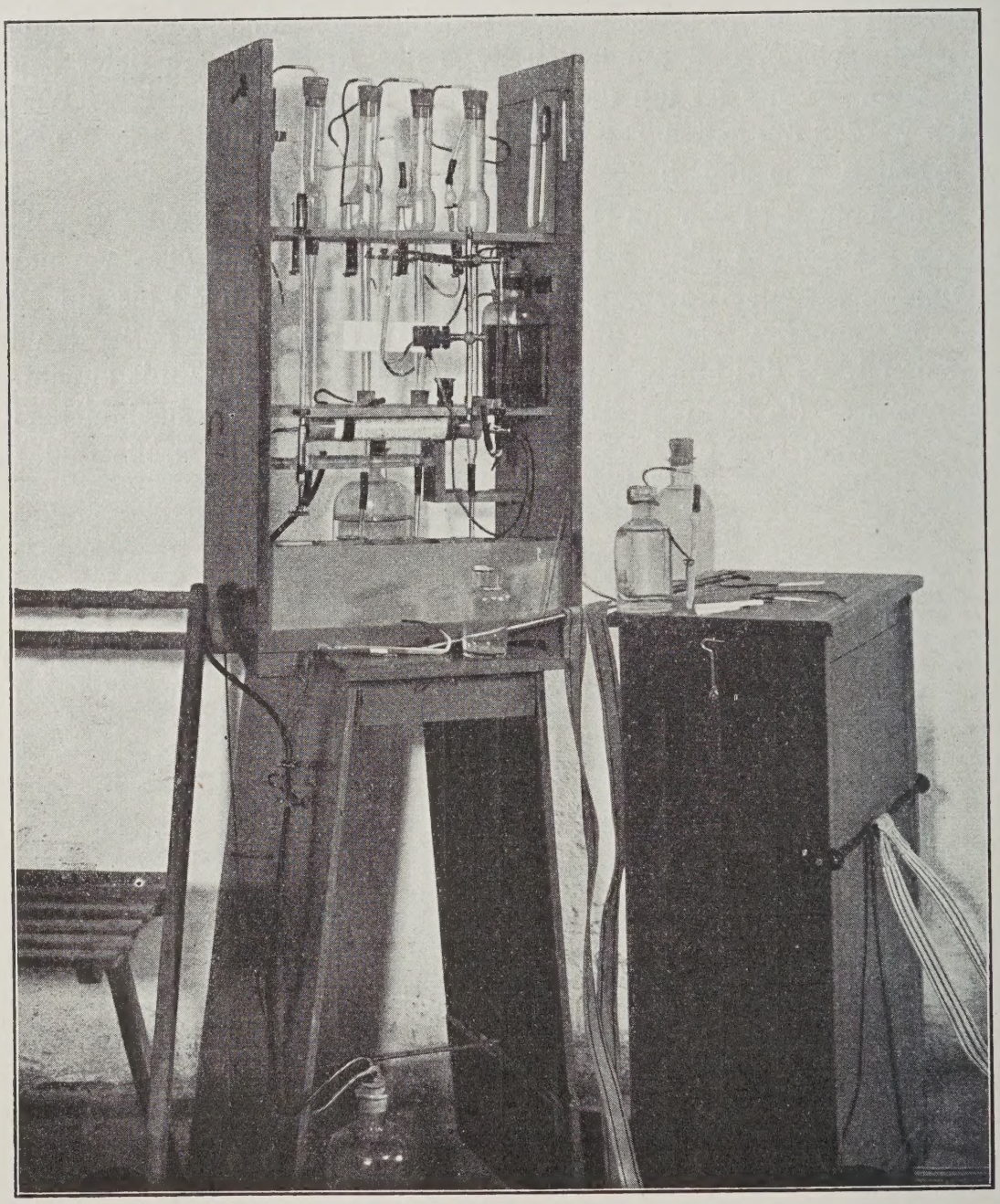


Abb. 3.

Auf dem Rücken tragbares Analysengerät für 4 gleichzeitige CO_2-Bestimmungen in Luft mit einer Genauigkeit von 0,5/100000. Methode Krogh-Rehberg, modifiziert von Reinau.

Abbildung 3 gibt eine für Felduntersuchungen von mir praktisch zusammengestellte Anordnung dieses Verfahrens in der Weise, daß man gleichzeitig 4 Analysen nebeneinander anstellen kann. Die Methode ist keine völlige Moment-Methode, weil das Ansaugen der Luftproben 15 bis 20 Minuten

dauert. Da jedoch in dieser langen Zeit nur 50 bzw. 100 ccm Luft angesaugt werden, ist durch das Ansaugen keine Vermischung naheliegender Luftschichten möglich[1]). Der Apparat und das Verfahren arbeitet, wie die nachstehende Tabelle ergibt, übereinstimmend mit dem Petterson-Sondén-Apparat. Es hat jedoch den Vorzug, daß alle einzelnen Teile hier leicht bei etwaigem Bruche auswechselbar sind, so daß man den Apparat, wie rechts aus der Abb. 3 zu sehen, leicht auf den Rücken an jeden beliebigen Ort tragen und dort den oberen Deckel als Tisch abmontiert, wie in der Mitte der Abb. 3 zu sehen, auf diesem aufstellen und bequem daran arbeiten kann. Die umgekehrte Mikrobürette, die auf der linken Seite des Apparates eingebaut ist, ist bereits im Biochemic. Journal 1925, XIX, S. 270 genauer beschrieben.

Zum Vergleiche zwischen den 2 CO_2-Bestimmungens-Method, nämlich der mit dem Petterson-Sondén-Apparat mit der Krogh-Rehbergschen Mikrotitration wurden die Luftproben durch gemeinsame Leitung gleichzeitig angesaugt und durch T-Rohr den 2 Apparaten zugeführt. Hierbei ergab sich:

Tabelle I.

Datum	Uhrzeit	Vol.-T. CO_2 in 100 000 T. Luft		Luftart
		P—S	K—R	
2. 6. 27	7,14— 7,25	**34,5**	**33,9**	20 cm ü. Erde, Hof.
	9,13— 9,26	**32,5**	**33,0**	10 cm ü. Erde, Garten,
14. 6. 27.	15,58—16,11	**42,5**	**42,2**	bed. Schatten.
	17,00—17,12	**33,5**	**33,1**	2 m über Erde, Garten,
	18,18—18,30	**33,0**	**34,2**	Schatten.

Man sieht also, daß praktisch kein Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden besteht.

Deshalb kann ich hier zum Beweise dafür, daß im Hochgebirge, im Flachlande und am Meeresstrande der Tagesgang im Kohlensäuregehalte der Luft gleichsinnig vorhanden ist, die mit dieser neuen Methode angestellten Untersuchungen vom Strande von Norderney in der Journal-Tabelle II mitteilen.

Tabelle II.

	Witterung und Luft-Temp.	Windstärke		Vol. Teile CO_2 in 100 000 Teil. Luft	Bemerkungen
		26. 9. 27.			
9,50	regnerisch	8—9 m	Flut	**30,15**	
10,10	regnerisch 12,5°	8 m SW	—	**31,4**	
11,04	heller	5—6 m	—	**31,6**	
11,35	heller	5 m	—	**29,4**	
11,56	Sonne 14°	4,5 m	—	**28,8**	
12,15	Sonne 14°	4,5 m	—	**27,2**	
12,37	Sonne 14°	4,5 m	—	**26,6**	
12,46	heiter	9—10 m	—	**26,3**	Niedrigster
14,03	bedeckt	9—19 m	—	**30,0**	Tagwert
14,19	bedeckt	9—10 m	—	**30,0**	
17,00	Sonne	9—10 m	—	—	
17,20	Sonne 11,5°	5 m	Ebbe	**27,7**	
17,40	hell	3—4 m	„	**29,0**	
20,01	Nacht		Ebbe	**30,2**	
20,17	—			**26,6**	

[1]) Hergestellt durch die Glastechniker Bleckmann u. Burger, Berlin N, Auguststr. 3a.

	Witterung und Luft-Temp.	Windstärke	Vol. Teile CO_2 in 100 000 Teil Luft	Bemerkungen
		27. 9. 27.		
20,34	—	schwächer	**28,2**	
1,53	12,5°	SW	**32,3**	Höchster Nacht-
2,10	—	7—8 m	**30,9**	wert
2,30	12,7°	stärker	**31,4**	
2,50	—		**29,7**	
3,10	12,6°	stark SW	**29,7**	
3,35	—		**29,4**	
3,54	12,5°		**30,4**	
6,53	—	8—9 m SWW	**30,2**	
7,08	Sonne geht auf; 8,4°	ca. 8 m SWW	**30,0**	
7,20	helle Sonne	ca. 8 m SWW	**30,7**	
9,05	helle Sonne 9,5°	ca. 8 m SWW Flut	**29,6**	
9,22	helle Sonne	—	**28,9**	
9,45	helle Sonne		**27,6**	
11,41	helle Sonne		**28,9**	
11,56	helle Sonne		**27,2**	Niedrigster
12,15	dt. aber verschleiert		**28,8**	Tageswert
12,40	verschleiert		**27,2**	
14,40	helle Sonne 14°	5,5 m	**28,2**	
14,53	helle Sonne 14°		**28,4**	

Kohlensäurebestimmungen in Luft 100 bis 150 m entfernt vom Strande auf der äußersten Westseite der Nordseeinsel Norderney. Die Proben sind im zweiten Stocke eines unmittelbar hinter der Düne gelegenen Gebäudes entnommen, in 4 m Höhe über der Straße bzw. ca. 15 m über dem Meeresspiegel. Die angegebenen Zeiten bezeichnen jeweils die zehnte Minute nach Beginn des Ansaugens, welches mit Schwankungen zwischen 18 und 25 Minuten dauerte. Die angegebenen Werte sind die Mittel aus je 2 gleichzeitig entnommenen Proben. Die Kohlensäurewerte sind Vol. Teilen CO_2 in 100 000 Vol. Teile Luft. Die Windstärken sind mit einem Schalenkreuz-Anemometer genau an der Stelle der Probenahmen ermittelt. Während der ganzen Dauer der Untersuchungen herrschte kräftiger Südwestwind, der nur ganz selten etwas nach Süden ausschlug. In letzterem Falle kann es möglich sein, daß die Schornsteingase eines vor dem Winde liegenden Kinder-Sanatoriums den Wert beeinflußt haben. Der Standort für die Untersuchungen wurde so in Norderney gewählt, daß Luft zur Untersuchung kam, die einige 100 km über offenes Meer geweht hatte.

Die Schwankungen sind hier keine so großen. Indessen macht sich doch die Tätigkeit der Strandflora, sei es über oder unter dem Wasser, eine Kleinigkeit geltend.

II.

Die folgenden Untersuchungen sind alle mit der Methode Petterson-Sondén angestellt. Sie sollen zeigen, wie selbst im geschlossenen Gewächshause der Tagesgang des Kohlensäuregehaltes sich bemerkbar macht.

1. In der Tabelle **3** sind die Ergebnisse aus einem kleinen Versuchshause angeführt, aus welchem die darin gezogenen Tomatenpflanzen sich bei vollem Wuchse noch leicht entfernen ließen, da sie in Kisten ausgepflanzt waren. Auf der linken Seite der Tabelle sieht man, wie sich durch die Anwesenheit der Pflanzen der Kohlensäuregehalt von morgens bis gegen Mittag allmählig senkt, ohne jedoch den im Freien ermittelten Kohlensäuregehalt von 28—30/100 000 je zu erreichen. Bei den Werten für das Haus ohne Pflanzen sieht man, wie lediglich durch die Bodenatmung mit zunehmender Tagestemperatur der Kohlensäuregehalt des Hauses ansteigt.

Tabelle 3.

a) mit Pflanzen 2. VII. 27.			b) ohne Pflanzen 5. VII. 27.		
Uhrzeit	Wetter	CO_2 Wert	CO_2-Wert	Wetter	Uhrzeit
4,26	hell	**67,5**			
4,56	„	**66,5**			
5,18	„	**67,0**			
6,11	„	**57,0**			
7,05	Sonne	**60,0**			
7,22	„	**53,5**			
8,55	„	**34,5**			
9,25	„	**39,5**	**43,0**	Sonne	9,37
			54,5	„	10,22
			57,0	„	10,44
			67,0	„	11,04
11,17	„	**39,0**			
11,52	sehr bedeckt	**38,0**	**71,0**	„	11,59
12,40	„ „	**35,2**	**83,0**	„	12,50
Temperatur zwischen 7 u. 13 Uhr 30—28°			Temperatur im Hause 24—38 °		

Einfluß von Pflanzen auf den CO_2-Gehalt der Umluft im Gewächshause.

2. Tabelle 4 gibt einen Beleg, wie bei Anwesenheit von Pflanzen gegen Mittag der Kohlensäuregehalt fällt und nachmittags mit abnehmendem Lichte wieder steigt.

Tabelle 4.

Uhrzeit	Luft-T.	Wetter	CO_2-Geh.	CO_2-Geh.	Wetter	Luft-T.	Uhrzeit
— 5. III. 25 — B. A. 1,800 gr.				22. XII. 24.			
8.15	17°	bedeckt	187	327	bedeckt	26°	12.15
8.28		und	165	333	„	26°	12.35
8.40		Regen	154	346	„	26°	12.45
8.52		„	138	29. XII. 24.			
9.04		„	130				
9.13	17,5°	„	127	230	bedeckt	25°	15.15
9.24		„	122	238	„	25°	15.38
9.25		„	119	14. I. 25. B. — A. 0,814 gr.			
9.45		„	115	149	helle	31,5°	13.05
9.55	18,0°	„	110	154	Sonne	31,5°	13.05
10.00	18,0°	„	100	158		28°	14.45
				166		23°	15.00
				21. I. 25. B. — A. 0,740 gr.			
				147	hell und	28°	12.58
				149	klar	27,5°	13.12
				163		26,5°	13.46

Man sieht, wie die CO_2-Werte auch im Gewächshause morgens fallen, nachmittags ansteigen.

Gewinnung von Ammoniak nach dem Haber-Bosch-Verfahren und seine Verarbeitung auf Düngemittel.

Von Dr. Hans Rötger, Ludwigshafen a. Rh.

Die verschiedenen Wege zur Bindung des Stickstoffs.

Seit den epochemachenden Untersuchungen Liebigs Mitte des 19. Jahrhunderts über den Kreislauf des Stickstoffs wurde die Bedeutung der Stickstoffverbindungen als Düngemittel mehr und mehr erkannt. Man sah bald, daß bei intensiver Bewirtschaftung die durch Stalldüngung und „Stickstoffsammler" dem Boden zugeführten Nährstoffe nicht genügten, um einen vollen Ersatz für die ihm durch die Ernten entzogenen Bestandteile, unter denen der Stickstoff eine besondere Stelle einnimmt, zu bieten, und war deshalb um die Beschaffung von weiteren stickstoffhaltigen Substanzen bemüht. Diese waren ohne weiteres gegeben in den natürlichen Salpeterablagerungen, jedoch beschränkt sich deren Vorkommen fast ausschließlich auf einige regenlose Landstriche in den Hochebenen Chiles. Die von dort in steigendem Maße nach den Kulturländern exportierten Salze, durch einen meist primitiven Auslaugeprozeß aus den natürlichen Ablagerungen der Salpetererden, der sogenannten Caliche, gewonnen, sind mit ihrem hohen Gehalt an Natriumnitrat in der Tat ein vorzügliches, schnell wirkendes Düngemittel.

Eine andere, nicht minder wertvolle Verbindung des Stickstoffs lieferten seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts die Kohle fördernden und verarbeitenden Länder bei der Destillation dieses Rohstoffes in Form von Ammoniakwasser, das nach Neutralisation mit Schwefelsäure leicht auf Ammonsulfat verarbeitet werden kann. Dieses Düngesalz wirkt im allgemeinen etwas langsamer, dafür aber nachhaltiger als der Salpeter.

Welch gewaltige Mengen von diesen Handelsprodukten, die zunächst als einzige stickstoffhaltige mineralische Düngestoffe Anwendung fanden, um die Jahrhundertwende bereits verbraucht wurden, zeigt die untenstehende Aufstellung:

Erzeugung an Düngesalzen 1900:

Salz	Stickstoffgehalt in Prozenten	Menge in Tonnen Ware	Menge in Tonnen Stickstoff
Ammonsulfat	20,5	500 000	102 000
Chilesalpeter	15,5	1 500 000	232 000
			334 000

Von der Steigerung der Chilesalpeter-Ausfuhr gibt folgende Zusammenstellung einen Begriff:

Jahr	Tonnen
1850	23 000
1860	61 650
1870	132 450
1881	351 000
1890	1 035 000
1900	1 435 400

Kein Wunder, daß angesichts dieser rapiden Entwicklung Stimmen laut wurden, die warnend auf eine baldige Erschöpfung der Salpeterlager Chiles bei einer weiteren Steigerung des Verbrauchs in diesem Ausmaß hinwiesen.

Auch die Erzeugung von Ammonsulfat bei der Kokerei ließ sich nicht beliebig steigern. Es galt daher, sich nach anderen Stickstoffquellen für künstliche Düngestoffe umzusehen. Die Bindung und Überführung des unerschöpflichen Vorrats an Luftstickstoff in eine für die Pflanzen leicht aufnehmbare Form mußte versucht werden. Die Lösung dieses Problems gelang der chemischen Forschung im Lauf weniger Jahre im wesentlichen auf drei verschiedenen, technisch gangbaren Wegen.

Die erste Methode wurde seit 1895 von A. Frank und N. Caro ausgearbeitet; durch Einwirkung von atmospärischem Stickstoff auf hocherhitztes Kalziumkarbid entsteht Kalziumzyanamid, der gegenwärtig allbekannte Kalkstickstoff.

Etwas später, seit 1901, wurde ein anderes Verfahren entwickelt, dessen Grundlagen auf Versuche von Cavendish (1784) zurückgehen; die Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff durch elektrische Entladungen zu Stickoxyd, die durch Einwirkung von weiterem Sauerstoff und Feuchtigkeit zu Salpetersäure führt, ein Vorgang, der ohne menschliches Zutun in der Natur durch den Blitz bewirkt wird, wodurch alljährlich erhebliche Mengen gebundenen Nitratstickstoffs dem Ackerboden zugeführt werden. 1903/04 wurden die Verfahren von Birkeland-Eyde und Schönherr, die Luft durch große Hochspannungs-Lichtbogen leiten, wobei sich zu einem geringen Prozentsatz kontinuierlich Stickoxyd bildet, durch die Norsk-Hydro Elektrisk Kvaelstofaktieselskab einerseits, die Badische Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen am Rhein (BASF), jetzt I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, andererseits in industriellem Maßstab durchgeführt.

Die BASF hat die Aufgabe gelöst, ein drittes Verfahren der Stickstoffbindung, die direkte Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak, in größtem Maßstabe durchzuführen, welches hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Ausmaße die vorgenannten Verfahren bald weit überflügelte.

Die Versuche, Stickstoff und Wasserstoff zu verbinden, lassen sich ebenfalls bis ins 18. Jahrhundert zurückverfolgen. 1795 versuchte der braunschweigisch-lüneburgische Bergrat Hildebrandt ein Stickstoff-Wasserstoffgemisch durch Stehenlassen über Wasser zur Bildung von Ammoniak zu bringen, natürlich

mit negativem Erfolg. Über 100 Jahre sollten vergehen, bis die Synthese des Ammoniaks in technisch brauchbarer Form gelang. In der Zwischenzeit wurden unzählige Versuche und stets erneute Anstrengungen gemacht, die teilweise mit viel Scharfsinn durchgeführt wurden, aber im Grunde nicht einen Schritt weiterbrachten.

All diesen Bemühungen eines Maxwell-Lyte, Johnson u. a. fehlt mit wenigen Ausnahmen eine klare Vorstellung von den physikalisch-chemischen Grundlagen des Prozesses, ohne die von vornherein alle Versuche bei der Mannigfaltigkeit der hier mitwirkenden Faktoren zu Trugschlüssen und Mißerfolgen führen müssen.

F. Haber war es vorbehalten, die entscheidenden Feststellungen zur Lösung des Problems zu machen. Durch sorgfältige Versuche konnte er zeigen, daß Ammoniak, bei etwa 1000° über Eisen geleitet, nicht vollständig in seine Elemente zerlegt wird. Ein bestimmter, allerdings verschwindend kleiner Bruchteil des Ammoniaks verläßt den Ofen unzersetzt. Wird dieser Bruchteil aus dem Gasgemisch herausgenommen und das Restgas über einen zweiten „Eisenkontakt" unter den gleichen Bedingungen der Temperatur und des Druckes geleitet, so konnte Haber zeigen, daß sich in diesem zweiten Ofen etwa ebensoviel Ammoniak neu bildete, wie in dem den Zersetzungsofen verlassenden Gasgemisch enthalten war. Der Charakter der Reaktion als einer „Gleichgewichtsreaktion" war damit erwiesen. Freilich schien die geringe Menge des auf diese Weise gebildeten Ammoniaks eine industrielle Verwertung zunächst völlig auszuschließen. An dieser Sachlage konnten auch Versuche von Nernst bei stark erhöhtem Druck, wo nach Maßgabe der physikalisch-chemischen Bedingungen die Ausbeuten erheblich anwachsen mußten, zunächst nichts ändern. Für den damaligen Stand der Technik erschien es ausgeschlossen, ein Verfahren in großem Maßstab durchzuführen, bei dem gewaltige Gasmengen bei Temperaturen beginnender Rotglut unter Drucken zu bewegen und umzusetzen wären, die man bisher kaum bei gewöhnlicher Temperatur zu erzeugen wagte.

Daß Haber angesichts dieser Sachlage die Überzeugung von der technischen Durchführbarkeit einer katalytischen Ammoniaksynthese gewann und den Glauben an den Erfolg behielt, bleibt sein unsterbliches Verdienst. Nachdem es ihm und Le Rossignol gelungen war, die Schwierigkeiten der Gasführung unter Drucken von hundert Atmosphären und darüber an einer kleineren Versuchsapparatur zu überwinden, wandte er sich zunächst mit aller Energie der Auffindung geeigneter Kontaktstoffe zu. Diese Stoffe, auch Katalysatoren genannt, besitzen die Eigenschaft, den Reaktionsablauf bei Temperaturen, bei denen er normalerweise noch sehr träge ist, außerordentlich zu beschleunigen, sprechen jedoch im allgemeinen bei dieser Reaktion erst bei hohen Temperaturen an. Im Falle der Ammoniaksynthese war es aber von besonderem Wert, Kontaktstoffe aufzufinden, die bereits bei relativ niederen Temperaturen, etwa 500°, stark beschleunigend wirken, da das Gleichgewicht zwischen Ammoniak und seinen Komponenten sich mit steigender Temperatur sehr schnell zu Ungunsten des Ammoniaks verschiebt. Diese Versuche wurden durch die Auffindung der hervorragenden Wirksamkeit des Osmiums und Urans von Erfolg gekrönt, und 1908 gelang es Haber zum ersten Male, in seinem Karlsruher Laboratorium Ammoniak in kleinen Mengen kontinuierlich zu produzieren. Das Stickstoff-

Wasserstoffgemisch wurde in Karlsruhe im stöchiometrischen Mengenverhältnis, auf 200 Atm. komprimiert, über die auf ca. 500° erhitzte Kontaktmasse geschickt, wo eine teilweise Vereinigung zu Ammoniak erfolgte. Das Ammoniak wurde nach dem Austritt aus dem Ofen durch Kühlung verflüssigt und so zum größten Teil dem Gasgemisch entzogen. Eine Umlaufpumpe trieb die Restgase im Kreislauf wieder in den Ofen, ein entsprechender Zusatz von Frischgas ersetzte den durch die teilweise Ammoniakbildung bedingten Ausfall.

Haber trat 1908 mit der Badischen Anilin- und Sodafabrik (BASF) in Verbindung, die seine Versuche in jeder Weise förderte. Diese zeitigten solche Resultate, daß sich nunmehr die Leitung der Firma entschloß, behufs Übertragung auf technischen Maßstab eigene Versuche zu machen.

Noch waren gewaltige Aufgaben zu lösen; bis der Grundstein des Oppauer Werkes, der ersten auf diesem Verfahren aufgebauten Ammoniakfabrik Deutschlands und der Welt gelegt werden konnte, sollten weitere vier Jahre vergehen. Die erste Sorge galt der Beschaffung geeigneter Kontaktstoffe. Die von Haber vorgeschlagenen Katalysatoren, Osmium und Uran, waren zwar vorzüglich, jedoch schwer in ausreichender Menge zu beschaffen und sehr kostspielig. Außerdem ließ ihre Wirksamkeit beim Arbeiten mit nicht absolut reinen Gasen schnell nach. Auf breiter Grundlage von Bosch und Mittasch angelegte Versuche führten nun in den Jahren 1909—1911 zur Auffindung einer Reihe von äußerst wichtigen Momenten, die recht eigentlich erst für das ganze Verfahren die wirtschaftliche Möglichkeit schufen. Einmal wurde gefunden, daß die Wirksamkeit schon bekannter Ammoniak-Katalysatoren, insbesondere des Eisens, durch bestimmte Beimengungen, die für sich allein angewendet durchaus nicht katalytisch wirksam zu sein brauchen, außerordentlich erhöht wurde. Die damals gefundenen Kontaktkombinationen, z. B. reines Eisen mit einem gewissen Zusatz von Tonerde als Aktivator, sind noch heute in bezug auf Wirksamkeit, Lebensdauer und Billigkeit nicht übertroffen.

Nicht minder wichtig war die Beobachtung, daß für die Erhaltung der Wirksamkeit dieser Kontaktmassen die peinlichste Fernhaltung gewisser Elemente und Verbindungen meist metalloiden Charakters, wie Schwefel, Phosphor, Arsen, Kohlenoxyd, u. U. auch Wasserdampf, der sogenannten „Kontaktgifte", wesentliche Bedingung war. Diese Entdeckungen waren für den damaligen Stand der Erkenntnis durchaus neu und überraschend. Sie brachten endlich Licht in das Dunkel sich oft widersprechender Versuchsergebnisse und ermöglichten ein sicheres praktisches Arbeiten.

Überaus mühevoll waren die dem apparativen Ausbau des Verfahrens gewidmeten Arbeiten. Eine ganz neue Technik war zu schaffen. Gewaltige Gasmassen mußten unter sehr hohen Drucken in einem komplizierten System von Öfen, Rohren, Pumpen, Kühlgefäßen in dauernder Bewegung gehalten werden. Ein Material mußte gefunden werden, das bei beginnender Rotglut solchen Gasdrucken auf die Dauer widerstand. Besonders erschwerend war die allen damals gebräuchlichen Stahlsorten anhaftende Eigentümlichkeit, unter der Einwirkung von Wasserstoff bei den in Frage kommenden Temperaturen ihre Zugfestigkeit fast völlig zu verlieren, was durch die Einwirkung des Wasser-

stoffs auf den Kohlenstoff im Stahl bedingt war. Die nie zu besiegende Energie Bosch's und seiner Mitarbeiter wurde all dieser Schwierigkeiten Herr.

Im Herbst 1910 gelang es zum ersten Mal in einer vergrößerten Anlage durch sorgfältige Wärmeisolation des Kontaktofens, die exotherme Reaktion der Ammoniakbildung ohne äußere Zusatzheizung in Gang zu halten. Die ursprünglich angewandte Kondensation des Ammoniaks durch Tiefkühlung war durch eine Druckwassereinspritzung ersetzt; es wurde nunmehr eine 30%ige Ammoniaklösung gewonnen. Diese Anlage produzierte im Hochsommer 1911 bereits zeitweise 100 kg 100%iges Ammoniak am Tage. Aber häufiges Bersten der Drucköfen zeigte, daß die verwendeten Werkstoffe dem fortgesetzten Angriff der heißen Gase, speziell des Wasserstoffs, nicht standhielten. Bosch fand den genialen Ausweg, durch Ummantelung des Kontaktrohres die den chemischen Angriffen ausgesetzten Wandungen zu entlasten und den hohen Druck durch den kalten Außenmantel tragen zu lassen.

Nach diesen und anderen nicht minder wichtigen apparativen Verbesserungen, deren Aufzählung im einzelnen zu weit führen würde, stieg die Ammoniakerzeugung in kurzer Zeit auf über 5 to pro Tag. Damit war die technische Durchführbarkeit des Verfahrens erwiesen und die Grundlage für die Beurteilung seiner Wirtschaftlichkeit gegeben. 1913 kam die neue Ammoniakfabrik, welche die „BASF" einige Kilometer rheinabwärts von Ludwigshafen bei dem Dorfe Oppau erbaut hatte, in Betrieb. Nach wenigen Monaten wurde die Erweiterung der ursprünglich für 9000 t vorgesehenen Anlage auf eine jährliche Produktion von 45 000 t Ammoniak beschlossen, um dem ständig steigenden Bedarf der Landwirtschaft an Ammonsulfat gerecht zu werden.

Der Weltkrieg brachte diese vielversprechende Entwicklung nicht zum Stillstand. Die Abschnürung der Mittelmächte vom Weltmarkt und damit von den Salpeterlagern Chiles hätte bei dem ungeheuren Bedarf der Armeen an Nitraten für Sprengstoffe unweigerlich binnen kurzem zum Erliegen der Eingekreisten geführt, wenn nicht die deutsche chemische Industrie in kürzester Frist die Wege gefunden hätte, dem drohenden Mangel zu steuern.

Der wichtigste dieser Wege war die katalytische Oxydation des Ammoniaks mittels Luft zu Stickoxyd und weiter zu Salpetersäure.

Diese schon lange bekannte Reaktion bildete die Grundlage eines von W. Ostwald 1906 auf der Zeche „Lothringen" entwickelten technischen Verfahrens. Als Katalysator diente Platin. — In der B. A. S. F. wurde von Bosch auf Grund vorliegender Laboratoriumsversuche von Mittasch und Beck ein Verfahren auf das rascheste entwickelt, bei dem statt des nur in beschränkten Mengen verfügbaren Platins Eisenoxyd-Wismutoxyd-Kontaktmassen verwendet wurden.

Als die Anforderungen der Heere stiegen, wurde in kaum Jahresfrist im mitteldeutschen Braunkohlenrevier mit Unterstützung des Fiskus ein zweites Werk errichtet, das Ammoniakwerk Merseburg oder nach dem in der Nähe gelegenen Dorfe benannt, das Leunawerk, das 1917 mit der Ammoniakproduktion begann und im Jahre 1918 eine Tagesproduktion von ca. 250 t Stickstoff erreichte.

Es ist hervorzuheben, daß diese großen Anlagen nach dem Waffenstillstand und der Umstellung auf Friedensproduktion außerordentlich viel dazu bei-

getragen haben, die durch die langen Kriegsjahre in erschreckendem Maße gesunkene Ergiebigkeit der deutschen Ackerböden wieder zu heben, wenn auch die produzierten Mengen infolge der Wirren der Nachkriegszeit zunächst starke Schwankungen aufwiesen.

Im Jahre 1926 standen in Deutschland einer Jahreserzeugung von 450 000 t nach dem Haber-Bosch-Verfahren gebundenen Stickstoffes ca. 80 000 t Stickstoff im Kalkstickstoff und ca. 70 000 t Stickstoff aus Kokerei-Ammoniak gegenüber.

Das Lichtbogen-Verfahren, auf billigste elektrische Kraft angewiesen, spielt in Deutschland keine Rolle.

Der beispiellosen Entwicklung des Haber-Bosch-Verfahrens sah vor allem das Ausland nicht untätig zu. Man bemühte sich auch, Eigenes zu schaffen; die Anlehnung an das hier skizzierte Verfahren tritt indessen überall und zwar vielfach sogar in den Einzelheiten deutlich in Erscheinung. Die Arbeitsweisen von Claude, der Drucke von etwa 900 Atm. verwendet, sowie von Casale und Fauser, die ebenfalls bei höheren Drucken als die I. G. die Synthese bewerkstelligen, unterscheiden sich nur in geringfügigen Einzelheiten von dem soeben beschriebenen Verfahren.

Das Gleiche gilt von den bei verhältnismäßig niedrigen Drucken arbeitenden Anlagen der Nitrogen Eng. Corp. in Amerika und der Zeche Mont Cenis im Ruhrgebiet, die der Vollständigkeit halber erwähnt seien.

I. Beschreibung des Haber-Bosch-Verfahrens.

Sehr wesentlich für die wirtschaftliche Ausgestaltung des Prozesses ist die Frage der Beschaffung der Ausgangsgase. Der Stickstoff steht in beliebigen Mengen in der Luft zur Verfügung und läßt sich verhältnismäßig leicht von dem ihn begleitenden Sauerstoff trennen. Anders ist es mit dem Wasserstoff. Von den hier gegebenen Wegen der Elektrolyse, der Tiefkühlung wasserstoffhaltiger Gasgemische und der chemischen Umsetzung von Kohle mit Wasserdampf kommt für die Verhältnisse am Oberrhein und in Mitteldeutschland nur der letzte in Frage und ist denn auch in Oppau und Merseburg gewählt worden.

In großen Drehrostgeneratoren wird durch abwechselndes Überleiten von Luft und Wasserdampf über glühenden Koks Wassergas mit ca. 50% H_2, 40% CO, 4—6% N_2 und ebensoviel CO_2, in Abstichgeneratoren Koksgeneratorgas mit etwa 30% CO, 60% N_2, 3% CO_2, 6% H_2 erzeugt.

Von der Größe der erzeugten Gasmengen gibt die Tagesproduktion des Merseburger Werkes eine Vorstellung. Dieses stellt täglich etwa acht Millionen cbm Gas her, eine Menge, die für Groß-Berlin fast eine Woche reichen würde.

Die Gase werden durch Wassereinspritzung in Türmen und rotierenden Wäschern von Staub gereinigt und in großen Gasometern gemischt. Das Gasgemisch wird nochmals unter Verwendung von Gaszentrifugen mit Wasser gewaschen und darauf mit aktiver Kohle von Schwefelverbindungen befreit. Nunmehr gelangt es in hohe Türme, in denen es durch Berieselung mit heißem Wasser mit Wasserdampf gesättigt wird. Hierauf durchströmt das Gas, in mehrere Teilströme verzweigt, eine Reihe von Wärmeaustauschern und mit aktiviertem Eisenoxyd gefüllte Kontaktkammern, in denen bei etwa 500° eine

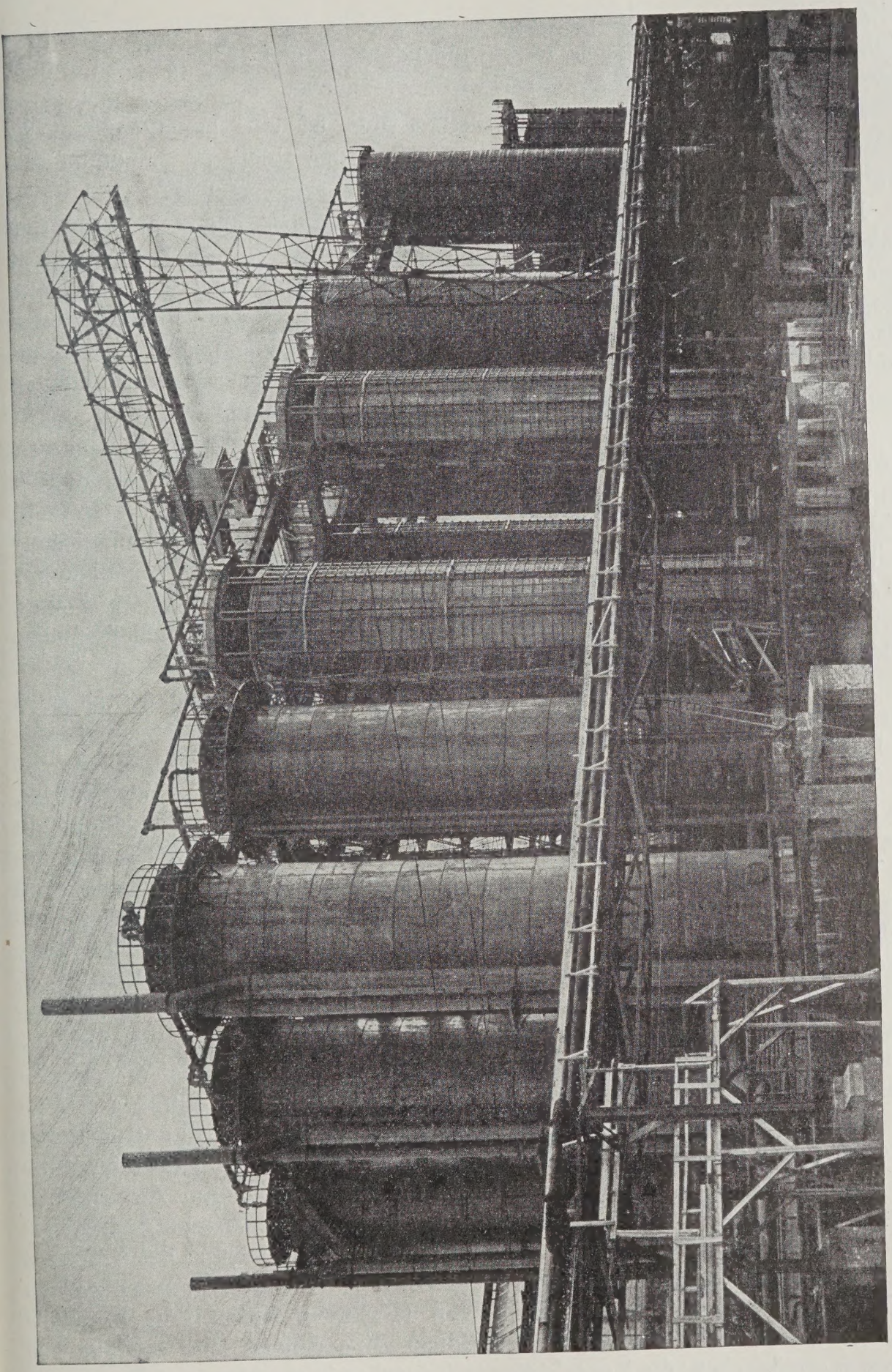


Abb. 1. Merseburg, Rieseltürme für Gasreinigung.

weitgehende Umsetzung des Wassergases in der Richtung $CO+H_2O \longrightarrow CO_2+H_2$ erfolgt und demnach für jedes verschwindende Molekül Kohlenoxyd ein zusätzliches Molekül Wasserstoff gewonnen wird.

Da durch die Reaktion Wärme erzeugt wird, ist eine besondere Heizung während des Betriebes nicht erforderlich, zumal alle Rohre und Apparateteile sorgfältig wärmeisoliert sind.

Das Gasgemisch, dessen Kohlenoxydgehalt nunmehr auf etwa 1—2% gesunken ist, wird durch Kompressoren auf 25 Atm. komprimiert und in mit Raschig-Ringen gefüllten Türmen mit ebenfalls unter Druck eingespritztem Wasser gewaschen, um das Kohlendioxyd herauszulösen. Das mit Kohlendioxyd beladene Wasser wird unter Leistung von Arbeit entspannt, das freigewordene Kohlendioxyd wird in Gasbehälter geleitet und findet zur Herstellung von Ammonsulfat, Natriumkarbonat und Harnstoff Verwendung.

Nun folgt die Kompression des Gasgemisches auf ca. 200 Atm. durch mehrstufige Gaskompressoren. Das Gas wird unter diesem hohen Druck zunächst von unten in schlanke Stahltürme geleitet, in denen es sein restliches Kohlenoxyd an über Raschig-Ringe herabrieselnde ammoniakalische Kupferlösung abgibt. Diese Lösung wird durch Hochdruckzirkulationspumpen ebenfalls unter 200 Atm. in die Absorptionstürme gedrückt. Die verbrauchte Lösung wird entspannt und einer Regenerieranlage zugeführt, in der das aufgenommene Kohlenoxyd durch Erwärmen im Vakuum wieder ausgetrieben wird.

Jetzt tritt das von allen schädlichen Verunreinigungen befreite Stickstoff-Wasserstoffgemisch, falls nötig durch Beifügung von geringen Mengen Linde-Stickstoff (durch Verflüssigung und Rektifikation von Luft gewonnen), genau auf das Verhältnis 1 : 3 eingestellt, in den eigentlichen Hochdruckkreislauf, wo es, von Kreislaufpumpen bewegt, abwechselnd die Kontaktöfen und die Absorption passiert. In dieser wird der zu Ammoniak vereinigte Anteil des Gasgemisches mit Wasser herausgelöst; der dadurch bedingte Ausfall wird ständig aus der oben erwähnten Kompression ergänzt. Eine äußerst sinnreiche Konstruktion verhindert den Verschleiß der Kontaktöfen durch die Einwirkung der heißen Gase. Der drucktragende Mantel kommt mit dem heißen Gasgemisch nicht in Berührung, er ist durch einen konzentrisch angeordneten eisernen Zylinder von diesem getrennt. Ein System sorgfältiger Isolationen sorgt dafür, daß die Reaktionswärme der Aufrechterhaltung der Arbeitstemperatur von etwa 500° zugutekommt. Die Gase gelangen vorgewärmt im Wärmeaustausch mit den austretenden heißen Gasen auf den Kontakt aus tonerdehaltigem Eisen und passieren ihn dank seiner grobkörnigen Struktur trotz des hohen Druckes ohne nennenswerten Widerstand. Sie werden dann durch die Umlaufpumpen in Absorptionstürme gedrückt, in denen durch unter 200 Atm. eingespritztes Wasser das Ammoniak aus dem Gemisch herausgenommen wird. Nach Ergänzung des Verlustes durch Frischgas beginnt der Kreislauf von neuem. Von dieser ganzen Anlage sieht der Beschauer nur ein Gewirr von Messinstrumenten und Kontrollapparaten, die dem Aufsichtspersonal ständig eine genaue Überwachung des Prozesses ermöglichen; die Kontaktöfen selbst stehen in geschlossenen Kammern.

Das Ammoniakwasser wird in Niederdruckbehälter entspannt, von wo es

durch Pumpen als Ammoniakwasser mit einem Gehalt von 20—30% NH_3 in große Vorratsbehälter befördert wird.

An der weiteren technischen und wirtschaftlichen Ausgestaltung des Verfahrens wird dauernd gearbeitet. Vor allem ist es gelungen, die Kosten der

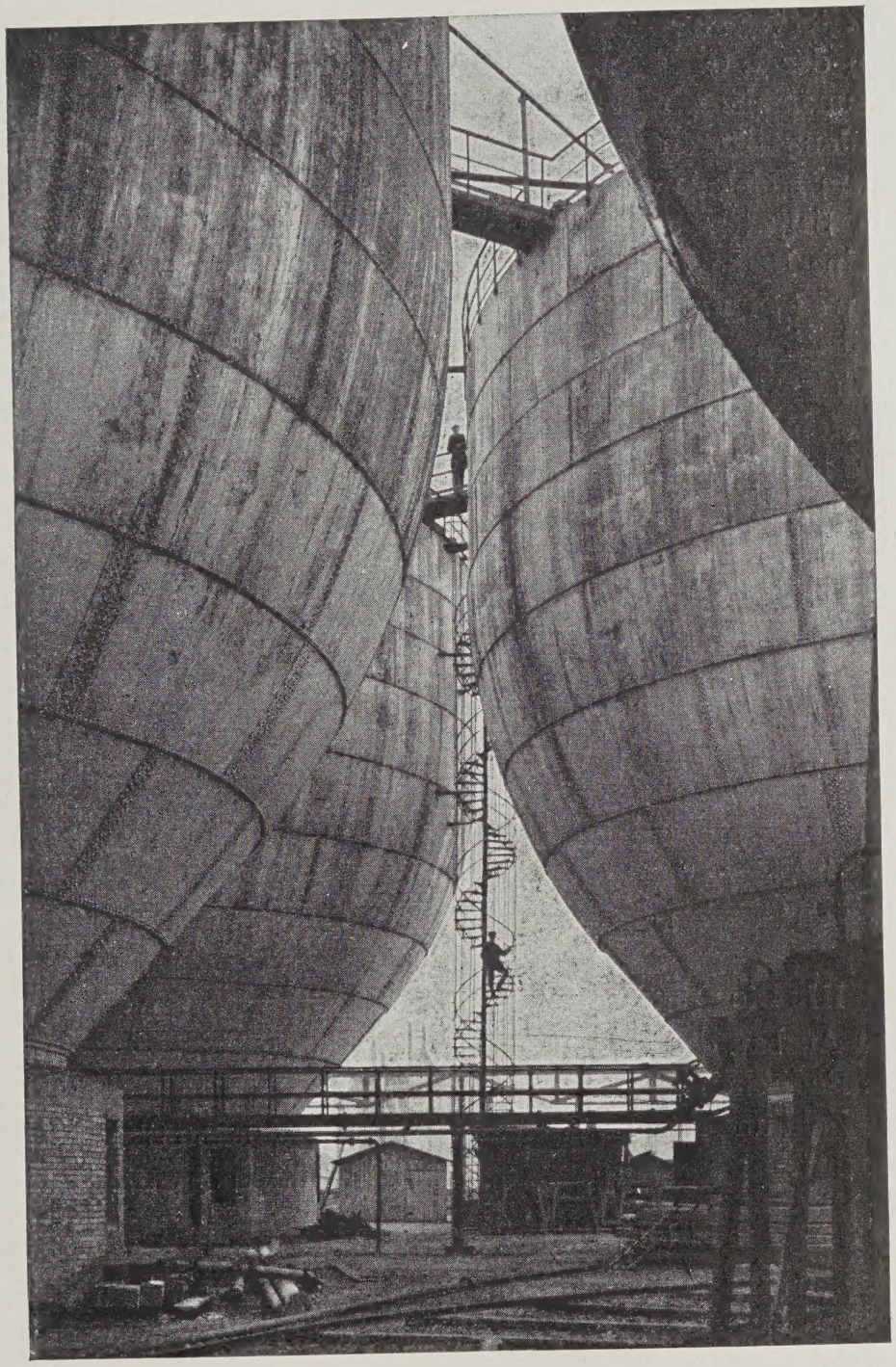


Abb. 2. „Ammoniakwasserbehälter".

Wasserstoffherstellung durch eine Reihe von Verbesserungen beträchtlich herabzudrücken.

Durch neue, besonders im Merseburger Werk in der Ausführung begriffene Verbesserungen besteht die Aussicht, daß hierin noch weitere Fortschritte erzielt werden. Es ist z. B. gelungen, Wassergas und Generatorgas direkt aus der Braun-

kohle, die vorgetrocknet in feinpulveriger Form in die Generatoren eingeblasen wird, zu erzeugen, was naturgemäß gegenüber dem bisherigen teueren, mit Steinkohlenkoks arbeitenden Verfahren einen Fortschritt bedeutet.

II. Ammoniak-Oxydation.

Die Weiterverarbeitung der konzentrierten Ammoniaklösung erfolgt in den Werken der I. G. Farbenindustrie auf zwei getrennten Wegen. Der eine Teil des Ammoniaks wird direkt oder durch einfache chemische Umsetzungen an verschiedene Säuren (hauptsächlich Schwefelsäure) gebunden und bleibt also in seinem Molekulargefüge unangetastet, ein erheblicher anderer Teil wird zunächst in Salpetersäure umgewandelt, um dann, an basische Bestandteile gebunden, eine Reihe von hochwertigen Düngesalzen zu liefern, von denen der Kalksalpeter und Natronsalpeter die wichtigsten sind. Der Gang dieser Fabrikation ist nicht minder interessant als die eigentliche Synthese. Das Ammoniak wird zunächst aus seiner Lösung ausgetrieben und als Gas der Salpetersäurefabrik durch weite Rohrleitungen zugeführt. Hier wird es, durch Turbogebläse mit der erforderlichen Luftmenge gemischt, durch Vorwärmer und Regeneratoren geleitet, in denen die bei der Oxydation auftretenden großen Wärmemengen zur Vorwärmung des Gasgemisches und Gewinnung von Niederdruckdampf ausgenutzt werden. Das Gas streicht dann durch einen Eisenoxyd-Wismutoxyd-Kontakt, an dem eine fast vollständige Umsetzung des Ammoniaks zu Stickoxyd erfolgt. Die Gase gelangen darauf in einen mit kalter Salpetersäure berieselten Kühlturm und durchstreichen dann eine Reihe von mächtigen Absorptionstürmen, die mit verdünnter Salpetersäure verschiedener Konzentration berieselt werden und in denen die freiwillig verlaufende Weiteroxydation des Stickoxydes zu Stickstoffdioxyd sowie mit Hilfe von Wasser die Bildung der Salpetersäure erfolgt. Die letzten Reste der Stickoxyde werden in den hintersten Türmen durch zirkulierende Sodalösung gebunden.

III. Die Düngesalze der I. G. Farbenindustrie A.-G.

Mit dem Ausbau der nach dem Haber-Bosch-Verfahren arbeitenden Werke der früheren Badischen Anilin- und Soda-Fabrik hat sich nicht nur die Menge, sondern auch Zahl und Art der auf dem Markt befindlichen Stickstoffdüngemittel ständig vermehrt.

a) Düngemittel mit einem Pflanzennährstoff.

Wir wenden uns zunächst den ammoniakhaltigen Salzen zu, von denen insbesondere das Ammonsulfat noch heute eine hervorragende Bedeutung als Düngemittel besitzt.

Seine Herstellung erfolgt in Oppau und Merseburg durch Umsetzung von Gips oder Anhydrit mit Ammonkarbonat nach der Formel:

$$(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 = (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3.$$

Dieses Verfahren wurde der bekannten Neutralisation von Ammoniak mit Schwefelsäure vorgezogen, da der Gips ein in Deutschland reichlich verfügbarer Stoff ist, während man für die Herstellung von Schwefelsäure in der Hauptsache

auf ausländische Erze angewiesen wäre. Der Gips wird in den der Firma gehörigen Werken im Harz bzw. im Neckartal zum Teil im Tagebau, zum Teil bergmännisch gewonnen und nach dem Antransport in Kugelmühlen mit Windsichtern fein zermahlen. Durch Becherwerke wird das Gut in große

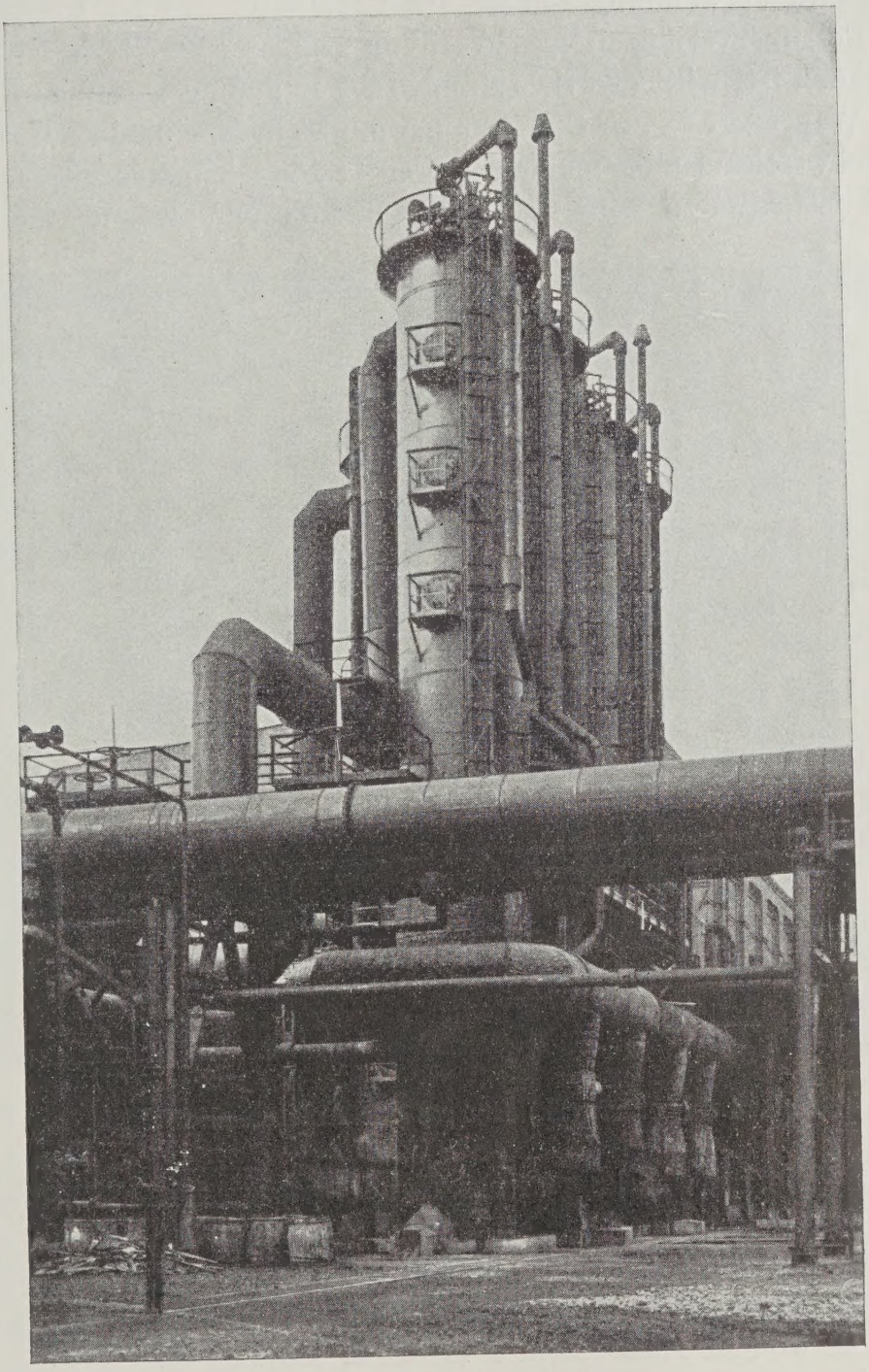


Abb. 3. Salpetersäurefabrik Oppau (Absorptionstürme).

Behälter überführt und mit Wasser zu einem Brei angerührt. Dieser Gipsbrei wird dann durch Pumpen in die sogenannten „Sättiger" gedrückt, Rührapparate, in denen durch Einleiten von Kohlensäure und Ammoniak die Umsetzung zu kohlensaurem Kalk und Ammonsulfat erfolgt. Anschließend findet die Trennung der Lösung vom gebildeten Kalkschlamm mit Hilfe großer Tauchfilter und die

Eindampfung des Filtrats im Vacuum statt. Das ausgeschiedene Salz wird mit Zentrifugen abgeschleudert und gelangt über Transporteinrichtungen ins Lagerhaus. Die aus den Zentrifugen ablaufende Mutterlauge kehrt in den Prozeß zurück, der Kalkschlamm wird neuerdings in Merseburg zur Gewinnung von Kalksalpeter benutzt, während ein anderer Teil getrocknet in Form von Düngekalk in der Landwirtschaft Verwendung findet. Im Lagerhaus, das im Merseburger Werk bei einem Fassungsvermögen von ¼ Million Tonnen über 300 m lang, 55 m breit und 35 m hoch ist, wird das Salz durch Bagger aufgenommen und lose oder in Säcken in Waggons oder, in Oppau, auch direkt in Rheinkähne verladen.

Das schwefelsaure Ammoniak ist ein ausgezeichneter Dünger, der vom Boden gut festgehalten wird und daher mit Vorteil auch im Herbst gestreut

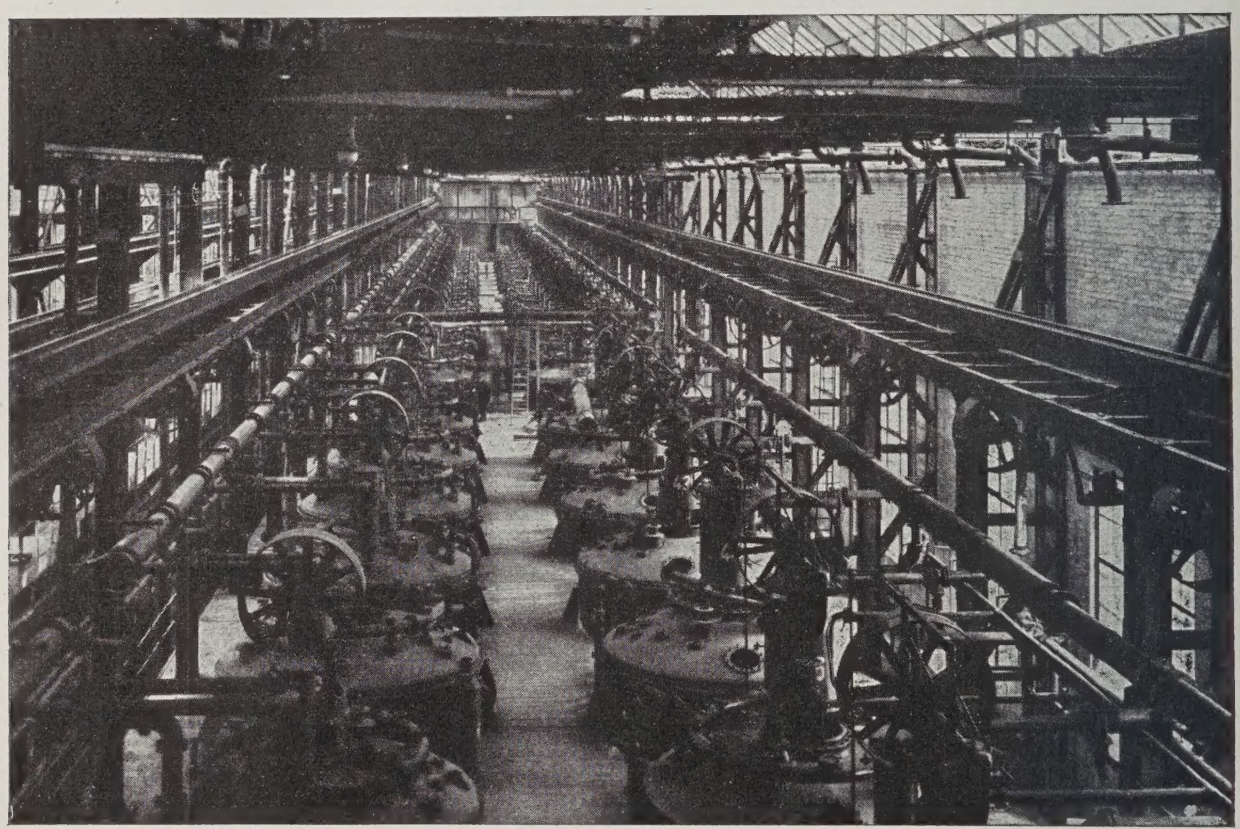


Abb. 4. (Leunawerk) Inneres der Ammonsulfatfabrik.

werden kann. Die Entwicklung seines Handelspreises seit 1913, der sich trotz des gesunkenen Geldwertes ganz wesentlich ermäßigt hat, ist ein schlagendes Beispiel dafür, daß die I. G. Farbenindustrie die durch ständige Verbesserungen in der Fabrikation erreichte Verbilligung der Herstellungskosten auch den Abnehmern in vollem Maße zugute kommen läßt.

Ein weiteres, zu dieser Klasse gehörendes Düngesalz, das Ammonchlorid oder salzsaure Ammoniak ist ein Nebenprodukt der zur Darstellung von Natronsalpeter erforderlichen Soda. Ammoniak und Kohlensäure aus der Druckabsorption des kohlensäurehaltigen Stickstoff-Wasserstoff-Gemisches treten mit Kochsalzlösung zusammen unter Bildung von schwerlöslichem Natriumbikarbonat und Ammonchlorid wie bei dem bekannten Solvay-Prozeß:

$$NH_3 + CO_2 + H_2O + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl.$$

In die Kochsalzlösung wird in ausgemauerten Kesseln zunächst Ammoniakgas, später die Kohlensäure eingeleitet. Nach erfolgter Umsetzung wird das ausgefallene Bikarbonat auf Drehfiltern abgesaugt und durch Erhitzen in Soda und Kohlendioxyd zerlegt. Die Mutterlauge wird in Vakuummehrkörperapparaten eingeengt, wobei sich zunächst das schwerer lösliche nicht umgesetzte Kochsalz ausscheidet, das abgetrennt wird. Aus den Laugen kristallisiert beim Abkühlen das Ammonchlorid aus.

Das Salz zeichnet sich durch gute Streufähigkeit aus und ist auf kalkreichen Böden ein vorzügliches Düngemittel.

Von den Salzen, die sich von der Salpetersäure ableiten, soll das Produkt zunächst Erwähnung finden, das direkt bei der „alkalischen Absorption" der

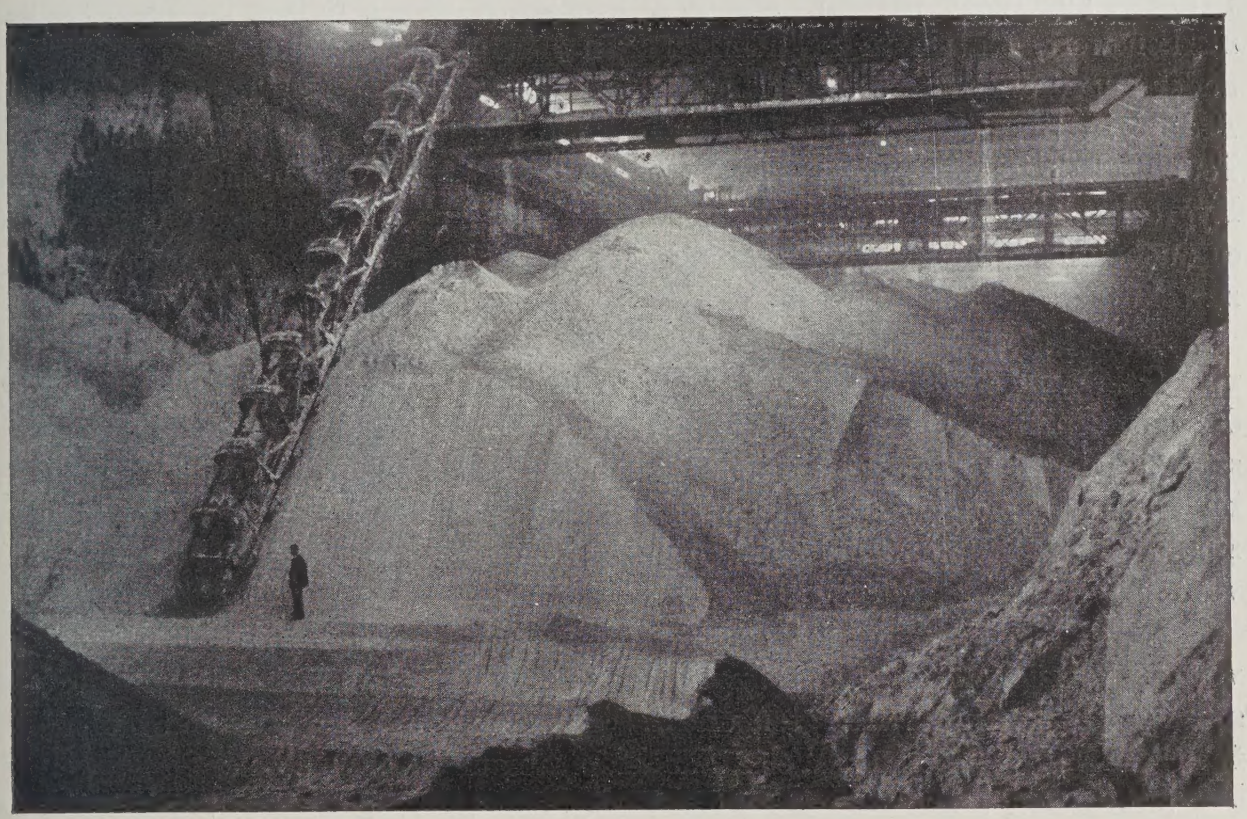


Abb. 5. Düngesalzhaufen im Silo.

Stickoxyde entsteht, der Natronsalpeter. Dieser stellt einen vollkommenen Ersatz des Chilesalpeters dar. Die aus den Absorptionstürmen kommende Lösung enthält noch ein Gemisch von Natriumnitrat und -nitrit. Der Nitritanteil läßt sich auf einfache Weise vom Nitrat trennen oder durch Zusatz von Salpetersäure und nachheriges Abstumpfen mit Soda in reine Natriumnitratlösung überführen. Nach Passieren von Filterpressen, die eventuelle Verunreinigungen zurückhalten, gelangt diese Lösung in Vakuum-Eindampfer. Das ausgeschiedene Salz wird in Zentrifugen von der Mutterlauge getrennt und durch Transportbänder in den Salzspeicher gebracht.

Seit etwa 3 Jahren wird ein großer Teil der in den vorderen „sauren" Absorptionstürmen erzeugten Salpetersäure auf Kalksalpeter weiterverarbeitet. Dies war erst möglich, nachdem es gelungen war, dieses Salz, das insbesondere

auch auf kalkarmen Böden eine vorzügliche Wirkung hat und ferner ein ausgezeichneter Kopfdünger ist, durch einen geringen Zusatz von Ammonnitrat in gut streufähiger Beschaffenheit herzustellen. Die Salpetersäure wird über gebrochene Kalksteine geleitet und dadurch fast vollständig abgestumpft. Eine geringe Beigabe von Kalkmilch vervollständigt die Neutralisation. Diese Lösung wird unter Anwendung von Unterdruck filtriert und dann in einer Reihe von Verdampfern, zum Teil im Vakuum, bis zur Sirupkonsistenz eingedampft. In großen Rührkesseln erhält sie einen geringen Zusatz von Ammonnitrat, und wird dann aus einer Streudüse mit Hilfe von Gebläseluft in kegelförmigem Strahl in einen freien Raum geblasen, in dem der Sprühregen zu harten Körnern erstarrt, die zu Boden fallen, und durch mechanische Ausräumer Transportbändern zugeführt werden. Die Einspeicherung dieses Salzes ist insofern bemerkenswert, als sie in zylinderförmigen Räumen, die reihenweise nebeneinander angeordnet sind, erfolgt, aus denen das Salz wiederum mechanisch nach Bedarf in Spezialsäcke abgefüllt wird, die einen besonderen Schutz gegen Feuchtigkeit gewähren. Diese Vorsichtsmaßnahmen haben sich wegen der Hygroskopizität des Salzes als notwendig erwiesen. Aus diesem Grunde ist es auch notwendig, den Kalksalpeter bis zum Ausstreuen sorgfältig vor Nässe zu schützen.

Diese Eigenschaft, die eine besonders sorgsame Behandlung beim Versand und Gebrauch erfordert, wird indes reichlich wettgemacht durch die Vorzüge, die dem Kalksalpeter gegenüber dem Natronsalpeter innewohnen. Im Gegensatz zu diesem verkrustet und verschlämmt der Kalksalpeter den Acker nicht, im Gegenteil, er bewirkt durch seinen Kalkgehalt eine Lockerung des Bodens, zumal er sich infolge seiner hohen Löslichkeit äußerst gleichmäßig im Boden verteilt.

Der Kalksalpeter eignet sich infolge seiner raschen Wirksamkeit, wie erwähnt, vorzüglich als Kopfdünger, insbesondere bei durch Auswintern und sonstige Ursachen geschädigten und rascher Kräftigung bedürfenden Kulturen, ferner in hervorragender Weise zur Kopfdüngung der Rüben.

Mit diesen Düngesalzen ist die Reihe der wertvollen, den Stickstoff nur in einer Form enthaltenden Produkte indessen noch nicht erschöpft. Von jeher war das Bestreben darauf gerichtet, dem Landwirt ein Düngesalz zu liefern, welches den Stickstoff in ballastfreier hochkonzentrierter Form enthält. Dieses Ziel wird am weitgehendsten erreicht vom Harnstoff, in dem der Stickstoff in Amidform gebunden ist. Nach langem Bemühen ist es der BASF gelungen, ein großtechnisches Verfahren auszubilden, in dem aus Ammoniak und Kohlensäure durch Druckbehandlung bei erhöhter Temperatur Harnstoff hergestellt wird. Dieses neue Düngemittel ist in seiner Anwendung eigentlich uralt, bildet es doch einen wesentlichen Bestandteil der tierischen Ausscheidungen, die als Stalldünger und Jauche seit Urzeiten zur Düngung dienen. Harnstoff besteht zu 46%, also fast zur Hälfte aus Stickstoff und ist gänzlich frei von nicht assimilierbaren Bestandteilen, stellt in diesem Sinne also einen besonders hochwertigen Stickstoffdünger dar. Er ist als ein ganz einzigartiges Nährmittel besonders für solche Pflanzen zu betrachten, die, wie unsere Gartengewächse, in hoher Kultur befindliche Böden voraussetzen und für die gerade die reichliche

Zufuhr von Stickstoff in leicht aufnehmbarer Form von wesentlicher Bedeutung ist. Auch zur Düngung von Wiesen und Weiden hat sich neuerdings Harnstoff ausgezeichnet bewährt. Er wirkt hier rasch und nachhaltig und hat selbst bei unmittelbarer Aufnahme keinerlei Schädigungen der Weidetiere im Gefolge.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß jedes der genannten Düngesalze spezifische Vorzüge besitzt, sei es eine schnelle Wirksamkeit, sei es nachhaltige Wirkung, besonders hohen Stickstoffgehalt usw. Es lag nahe, durch Mischen mehrerer Komponenten Düngestoffe von besonderen Wirkungen zu erzeugen.

Hier ist der Ammonsulfatsalpeter oder Leunasalpeter, wie seine Handelsbezeichnung lautet, zu nennen, hergestellt durch Mischen von etwa 3 Teilen Ammonsulfat mit einem Teil Ammonnitrat.

Die spezifische Düngewirkung dieses Salzes wird vielfach darin gesehen, daß es den jungen Pflanzen durch seinen Salpetergehalt einen Teil sofort aufnehmbaren Stickstoffs zur Verfügung stellt, während ihnen durch das Ammoniak eine Stickstoffquelle von nachhaltiger Wirkung geboten wird. Doch spielen nach neueren Untersuchungen sicher auch andere Momente eine Rolle. Auf alle Fälle ist eine gleichmäßige langdauernde Stickstoffversorgung der Pflanze gewährleistet. Auch neigen bei Verwendung von Leunasalpeter die Halmfrüchte weniger zum Lagern als bei reiner Salpeterdüngung.

b) Düngemittel mit mehreren Pflanzennährstoffen.

Im Anschluß an die Fabrikation der besprochenen stickstoffhaltigen Düngesalze ging die BASF. dazu über, auch die Herstellungsmöglichkeiten solcher Verbindungen zu studieren, welche die anderen Hauptnährstoffe Kali und Phosphorsäure in leicht assimilierbarer Form enthalten. Ein ungehemmtes Pflanzenwachstum setzt ja voraus, daß der Pflanze alle Nährstoffe in löslicher Form in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Der erste erfolgreiche Schritt auf diesem Wege führte zur Herstellung des Kaliammonsalpeters, hergestellt durch Umsetzung von Ammonnitrat mit Kaliumchlorid. Mit diesem Düngesalz ist es gelungen, das hochwertige Ammonnitrat, dessen Anwendung als solchem nur seine ungenügende Lagerbeständigkeit im Wege steht, in eine auch in dieser Beziehung einwandfreie Form zu bringen. Die Verbindung enthält entsprechend ihrer Herstellung den Stickstoff etwa zur Hälfte in der raschwirkenden Nitratform, zur Hälfte in der nachhaltig wirkenden Ammoniakform; dazu kommen etwa noch 28% Kali. Bei sachgemäßer Anwendung dieses Salzes kommt auch das Kali voll zur Wirkung, so daß u. U. auf eine besondere Kalidüngung vollständig verzichtet werden kann.

Hierher gehören auch die Ammonphosphate, aus Ammoniak und Phosphorsäure resp. Phosphaten hergestellt, die jedoch als solche weniger gebräuchlich sind, vielmehr einen wesentlichen Bestandteil der von der I. G. neuerdings in den Handel gebrachten „Volldünger" mit $N_2P_2O_5$ und K_2O bilden.

Diese Dünger sollen, wie schon der Name sagt, der Pflanze alle Hauptnährstoffe geben, die sie zu ihrer Ernährung braucht. Man ging dabei von der Voraussetzung aus, daß im allgemeinen bei landwirtschaftlichen Kulturen ein Optimum der Wirkung nur gewährleistet werden kann, wenn die drei Haupt-

nährstoffe Stickstoff, Phosphorsäure und Kali gleichzeitig dem Ackerboden einverleibt werden. Von diesem Grundsatz sollte nur dann abgewichen werden, wenn durch besondere Bodenuntersuchungen ermittelt worden ist, daß einer dieser Stoffe in genügender Menge im Boden vorhanden ist. Untersuchungen dieser Art liegen jedoch bis jetzt nur für einen geringen Prozentsatz der deutschen Böden vor. Hinzu kommt, daß viele Kulturflächen, namentlich Alluvialböden, lokal starke Unterschiede in der Bodenzusammensetzung aufweisen. Insbesondere der kleine Landwirt ist unter diesen Umständen vielfach nicht in der Lage, sich ein genaues Bild von der Zusammensetzung seiner Böden und dem Düngerbedürfnis der einzelnen Parzellen hinsichtlich der verschiedenen Nährstoffe zu machen. Auch fehlen vielfach noch feste Grundlagen für die optimale Anpassung des Nährstoffverhältnisses an Bodenart und Pflanze; es muß daher in erster Linie darauf geachtet werden, daß der Stickstoff als der zurzeit teuerste der drei Hauptnährstoffe zur vollen Auswirkung gelangt. Diesem Erfordernis trägt ein Düngemittel Rechnung, welches Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in einem Verhältnis in sich vereinigt, das unter allen Umständen die volle Auswirkung des Stickstoffs garantiert. Die I. G. Farbenindustrie hat ein solches Düngemittel in Gestalt ihres Volldüngers Nitrophoska IG in mehreren Formen auf den Markt gebracht. Die Nährstoffverhältnisse sind unter Zuratezieh ung sachverständiger führender Kreise der Landwirtschaft gewählt.

Weiterhin war auch den Bedürfnissen des Auslandes, wo solche Mischdünger besonders beliebt sind, Rechnung zu tragen. Hier war die Herstellung besonders hochprozentiger, möglichst ballastfreier Düngesalze schon aus Gründen der Frachtersparnis geboten.

Bei der Auswahl solcher Mischungen waren eine Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden. Das Düngesalz sollte nicht nur die Pflanze und Bodenart angepaßte Zusammensetzung besitzen, es sollte auch in streufähiger, körniger und einheitlicher Beschaffenheit anfallen. Auf gute Lagerfähigkeit und geringe Hygroskopizität mußte Bedacht genommen werden. Ist eine dieser Bedingungen nicht zur Genüge erfüllt, so ist die allgemeine Verwendung einer solchen, sonst vielleicht ausgezeichneten Kombination von vornherein ausgeschlossen.

Die verschiedenen Nitrophoska-Sorten werden erhalten durch Umsetzung von Ammonnitrat mit Kalisalz und Ammonphosphat, meist im Schmelzfluß, in wechselndem Mengenverhältnis, entsprechend dem verschiedenen Nährstoffbedürfnis der Böden und Pflanzen im In- und Ausland. Diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Nitrophoska-Dünger gibt dem Landwirt die Möglichkeit, den von Pflanze und Boden gestellten besonderen Ansprüchen gerecht zu werden, auch eigene Erfahrungen zu verwerten, indem er beispielsweise bald einem kalireicheren, bald einem mehr phosphorhaltigen Nitrophoska den Vorzug gibt.

Es ist gelungen, auch ein wertvolles Stickstoff-Kali-Phosphorsäure-Düngemittel auf der Basis Harnstoff aufzubauen. Dieser Dünger wird hergestellt durch Zusammenbringen von Harnstoff, Kaliumnitrat und Ammonphosphat in geeignetem Mengenverhältnis; er enthält den Stickstoff in Amid-, Ammoniak- und Nitratform. Namentlich im Garten und Gemüsebau hat er sich gut bewährt.

Beifolgende Tabelle unterrichtet über Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der besprochenen Düngesalze.

Tabelle.

Handelsname	Nährstoffgehalt	Wirksame Form der Nährstoffe
Schwefelsaures Ammoniak	20,6 % N	Ammoniakstickstoff
Salzsaures Ammoniak	24 % N	„
Natronsalpeter	16 % N	Salpeterstickstoff
Kalksalpeter	15,5 % N	Salpeterstickstoff neben wenig Ammoniakstickstoff
Harnstoff	46 % N	Amidstickstoff
Leunasalpeter	26 % N	Ammoniak- nnd Salpeterstickstoff
Kaliammonsalpeter	16% N 25% K_2O	Ammoniak- und Salpeterstickstoff und Kali
Nitrophoska	15—17,5% N 20—26,5% K_2O 11—16,5% P_2O_5	Ammoniak- und Salpeterstickstoff Kali, 11—15% wasserlösliche, etwa 1,3% zitratlösliche Phosphorsäure
Harnstoff-Kali-Phosphor Phosphor	28% N 14% K_2O 14% P_2O_5	Amid-, Ammoniak- und Nitratstickstoff Kali, Phosphorsäure als Ammonphosphat

Alle diese Mischdünger verdanken ihr Entstehen langjähriger Arbeit in den Laboratorien und Betrieben der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft. Die pflanzenphysiologischen Arbeiten sowie physikalisch-chemische Studien, über die z. B. in den Mischdüngern auftretenden Salzgleichgewichte werden in den der Oppauer Fabrikation angegliederten Forschungslaboratorien ausgeführt. Sind hier neue Kombinationen gefunden, die nach Mischungsverhältnis, Korn, Lagerfähigkeit usw. von Wert zu sein versprechen, so werden sie von der Landwirtschaftlichen Abteilung des Werkes auf einem in der Nähe von Ludwigshafen befindlichen, dem Konzern gehörigen Gute nebst Versuchsstation (Limburger Hof) zunächst in Topfversuchen, dann auch in größerem Maßstab auf ihre Düngeeigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten geprüft.

Die direkte bakterio-mikroskopische Untersuchung des Ackerbodens.

Von Prof. Dr. Giacomo Rossi.*)

R. Istituto Superiore Agrario in Portici, Laboratorio di Batteriologia.

1. Das Fehlen einer bakteriologischen Lehre des Ackerbodens.

Mit 2 Tafeln.

Daß die Bakteriologie des Ackerbodens der am meisten zurückgebliebene Teil der ganzen Bakteriologie sei, während die pathologische Bakteriologie der am meisten vorgeschrittene ist, ist keinem auch nur mäßig gebildeten Landwirte unbekannt. Aber wir gehen unsererseits auch noch weiter und sagen, daß eine Gruppe von Lehren, welche den Namen landwirtschaftliche Bakteriologie verdiente, noch nicht existiert, obgleich die Lehre selbst unter ihren Gründern Männer wie L. Pasteur zählt. Man muß dafürhalten, daß das, was von Mikrobiologischem im Ackerboden vorsichgeht, uns unbekannt sei, wie das was in den Tiefen der Ozeane geschieht, wohin wir nur mit Hilfe der Fischfanggeräte gelangen können, welche viel Analogie mit denjenigen haben, die wir gebrauchen, um die Muster Erde zu nehmen, welche uns dienen sollen „in vitro" die Bakterien des Bodens zu züchten. Die beiden Systeme haben auch die Kleinheit des Kraftaufwandes gemeinsam, weshalb es fast lächerlich ist, behaupten zu wollen, den Gehalt eines Ozeans von wenigen Kubikdezimetern Wasser oder den Gehalt eines Bodens, der sich über Quadratkilometer ausstreckt, an wenigen Zentigrammen Materie zu kennen.

Indessen wissen wir sehr wohl, daß das einzige Mittel, welches wir bis jetzt besessen haben, um den Boden von der bakteriologischen Seite zu studieren, die Kultur eines Individuums gewesen ist, welches wir dem Boden selbst entnehmen können, indem wir es „ad infinitum" in Medien fortpflanzen, die sich von dem natürlichen Medium unterscheiden, in welchem das Individuum seither gelebt hatte, nicht etwa wie eine in ein Treibhaus eingeschlossene Pflanze sich von einer Pflanze im wilden Zustande nach dem Bilde von Sergius Nicola Winogradsky unterscheidet, sondern als ob sie auf einen anderen Planeten gefallen wäre.

Die so entwickelten Mikroben haben chemische Eigenschaften offenbart, welche uns glauben ließen, den Schlüssel vieler chemischen Mechanismen des Ackerbodens in den Händen zu haben, wie die Fäulnis, die Ammoniakgärung, die Nitrifikation, die Denitrifikation, die Zersetzung der Zellulose, die Stickstoffbindung. So haben wir geglaubt, die Instrumente in den Händen zu haben,

*) Diese Arbeit ist unter Mitarbeit meines 1. Assistenten Herrn Dr. Salvatore Riccardo, ausgeführt worden.

um die Fruchtbarkeit eines Erdbodens durch seine bakteriologische Prüfung zu messen und sie möglicherweise durch Bearbeitungen und Substanzen zu versichern, die geeignet wären, die Entwicklung jener äußerst kleinen Pflänzchen zu begünstigen, welche die Bakterien sind.

Wie man nur zu wohl weiß, hat es sich um Täuschungen gehandelt. Wir sind in den Erdboden eingedrungen, ich will nicht sagen nur mit der Einbildung, aber sicherlich mehr mit Vernunftschluß als anders. Die Fruchtbarkeit des Bodens hängt jetzt noch empirisch von seiner Bearbeitung, von der Düngung, der Bewässerung ab. Fruchtbarer ist noch jetzt und ausschließlich jener Boden, welcher . . mehr Produkt liefert, also einer Feststellung genügt, die man nur „a posteriori" machen kann. Es ist nämlich nicht „a priori" jener Boden fruchtbar, welcher eine größere Anzahl oder bessere Arten von Bakterien für die Nitrifikation, Fäulnis, Stickstoffbindung usw. enthält, sondern man erachtet, daß derjenige Boden, welcher sich als fruchtbarer erwiesen hat, dies dank der besseren Arten und der größeren Menge der genannten Mikroorganismen gewesen sei.

Wenn ein Bakteriolog viele Jahre hindurch einen Boden untersucht, so muß er sehr glücklich sein, wenn der bakteriologische Gang seiner Studien nicht etwa im Widerspruche zu den Ergebnissen der Ernten des Produktes steht.

Ich hoffe, daß die Kollegen der chemischen Richtung es mir nicht verübeln werden, wenn ich sage, daß wir auch vom Gesichtspunkte der chemischen Analyse aus nicht viel weiter vorgeschritten sind, indem die Fälle des Widerspruches zwischen den Ergebnissen der chemischen Analyse und der Fruchtbarkeit nicht selten sind. Übrigens kann man auch aus einer einzigen chemischen und physikalischen Untersuchung des Erdbodens „a priori" noch keinen Schluß betreffs der Fruchtbarkeit ziehen, und zwar in demselben negativen Maße, wie es bei einer bakteriologischen Untersuchung der Fall ist.

Um etwas in die Prüfung der Ursachen dieser Art von wissenschaftlichem Bankrott einzudringen, erinnere ich an alle Schwierigkeiten und alle Irrtümer, welche wir betreffs der Bakteriologie des Erdbodens aufzählen können, wie ich es schon im Jahre 1922 getan habe in einer Abhandlung (4), welche mir die Ehre verschafft hat, von Herrn S. N. Winogradsky zu hören, daß wir der gleichen Meinung sind. Auf diese Abhandlung verweise ich diejenigen, welche den Gegenstand näher betrachten wollen.

Hier ist der Ort, um nur in kurzem an die von fast allen Bakteriologen, welche sich mit dem Erdboden befaßt haben, nur zu sehr vergessene negative Tatsache zu erinnern, daß nämlich die mikroskopische Untersuchung des Bodens niemals der kulturellen entsprochen hat, und zwar daß die bakteriologische Kultur eine ungeheuer größere Anzahl von Mikroorganismen offenbart hat als diejenige, welche die mikroskopische Prüfung bis vor kurzem hatte erkennen lassen.

Der Grund für diese seltsame Feststellung ist vor sehr wenigen Jahren von J. Conn gefunden worden, welcher gezeigt hat, daß die Mikroben des Bodens die Säurefarben des Anilins den basischen vorziehen, welche wir gewöhnlich in allen anderen Gebieten der Bakteriologie anwenden.

Daher konnte er selbst mit seiner Methode zeigen, daß die Anzahl der Organismen, welche man durch die Kultur sichtbar macht, nur ein kleiner Anteil der vorhandenen ist, und zwar derart, daß dort, wo die Platten 17 Millionen im Gramme der Erde anzeigen, die direkte Zählung 135 Millionen, sowie statt 14, 13 und 3 bzw. 340, 214 und 1331 Millionen ergibt.

Da diese Feststellung (welche Winogradsky im Jahre 1926 bestätigt hat und welche ich heute meinerseits bestätigen kann) den meisten entgangen ist, so folgt, daß die alten Bestimmungen der Anzahl der Mikroorganismen des Bodens jeden Wert verloren haben; und keiner hat noch neue Maßnahmen an ihre Stelle gesetzt.

Soweit für die Anzahl. Beim Übergehen zur Qualität, d. h. zu den Arten von Mikroben des Bodens, stehen die Sachen noch schlechter, indem die jeder Untersuchung des Bodens innewohnenden Schwierigkeiten, von denen wir jetzt gesprochen haben, es mitsichbringen, daß die Kultur, welche immerhin das einzige Mittel ist, um die verschiedenen Arten des Bodens zu isolieren, sei sie fest oder flüssig, niemals von Natur aus anders als selektiv sein kann und zwar nur geeignet für eine beschränkte Anzahl von Arten. Zu erraten, welches das selektive Substratum für alle unbekannten Arten des Erdbodens sein könne, ist natürlich unmöglich. Und außerdem ist nichts, absolut nichts, imstande uns zu sagen (wie ich oftmals hier und anderswo wiederholt habe), ob die wenigen Arten, welche wir kultivieren können, „in vitro" die gleichen Eigenschaften besitzen wie im Erdboden.

Entschieden führt das, was wir über die Menge und Art der mikrobischen Flora des Bodens wissen, nur zu dem entmutigenden Schlusse, daß, wenn wir auch für viele sehr verbreitete Vorgänge im Erdboden eine mikroorganische Art kennen, welche sie „in vitro" wiederhervorbringt, wir für alle diese Vorgänge nicht annehmen können, daß sie im Erdboden von den wenigen Individuen unterhalten werden, welche wir isolieren können und welche oft so wenige sind, daß sie sich in selektivem Substratum (wenn sie sich überhaupt zeigen) nur nach einer Periode der Anreicherung merkbar machen.

Und das ist zu wenig, um irgendwelche Lehre zu bilden.

2. Die Ackererde in ihrer wahren Struktur.

Die mikrobiologische Analyse des Bodens ist somit in Wahrheit heute eine mehr chemische als sonstige Analyse, weil sich alles darauf beschränkt, „in vitro" die chemischen Eigenschaften einer Kategorie von dem Boden entzogenen Organismen zu untersuchen.

Es ist seltsam, daß es niemandem jemals in den Sinn gekommen ist, zu bedenken, daß die chemische Analyse vielleicht nicht am geeignetsten sei, um ein so ungleichartiges Medium wie den Erdboden gründlich zu kennen. Weiters, daß der Reihe von Schwierigkeiten und Irrtümern, welche es verhindern, zu einer weniger unvollkommenen Kenntnis der wirklichen mikrobiologischen Bedingungen des Erdbodens zu gelangen, weder ich selbst noch die anderen jemals gedacht haben, diejenige hinzuzufügen, den Boden nicht als das, was er ist (nämlich ein im höchsten Grade ungleichartiges Ganzes), sondern als

ein verhältnismäßig gleichartiges Ganzes betrachtet zu haben, wie es die Flüssigkeiten sind, welche die numerische Vermehrung der Bakterien zu gestatten vermögen. In der Tat unterscheiden wir auch im Felde der Kultur die Nährmittel in feste und flüssige und wir haben in Wirklichkeit nichts Dazwischenliegendes. Aber andererseits wissen wir alle wohl, daß zwischen einer flüssigen und einer festen Kultur ein großer Unterschied liegt hinsichtlich des möglichen Verhaltens einer Bakterienart in der Flüssigkeit, welche ganz gleichartig ist und nur durch Lösung der Gase der Atmosphäre, besonders des Sauerstoffs ungleichartig wird. Das bakterische Individuum ist in der großen Mehrzahl der Fälle unabhängig und unterliegt nur den chemo-, photo- und tropho-taxischen Wirkungen. Im festen Nährmittel verschwindet das Individuum, um der oberflächlichen oder tiefen Kolonie Platz zu machen, welche ein passives Aggregat ist, das vor allem als Masse handelt, aus welcher sich nur selten Individuen abtrennen, und zwar nur wenn in der einen oder anderen Weise auch eine Flüssigkeit in Wirkung tritt (wie das Auffallen von Wasser oder im Kondensationswasser oder die Verflüssigung eines verflüssigbaren Mediums). In sehr vielen Fällen ist der Einfluß des Bodens, je nach seinem physikalischen Zustande, derartig, daß er die Morphologie der Art mehr als beträchtlich bedingt: wie der bekannte Fall des B. bulgaricum, sehr verlängert in flüssigem, kurz und dick in festem Nährboden (5).

Nun ist aber der Ackerboden schematisch ein Ganzes aus Teilchen verschiedener Größe, deren kleinste sich in den von den größeren gelassenen Hohlräumen und in den Kapillarräumen ablagern, in welchem eine an chemischen Stoffen reiche Flüssigkeit umläuft, unter welchen sich kolloidale Substanzen befinden. Diese letzteren können in einem gegebenen Augenblicke, unter der Wirkung physikalischer und chemischer Agentien, den molekularen Aggregatzustand ändern, indem sie die Struktur des Erdbodens verändern. Daher ist der Erdboden, abgesehen vom Umstande, daß er von den Wurzeln der höheren Pflanzen durchdrungen ist, von den Myzelen der Pilze, von den Bodentieren, und daß er stets von den Kadavern makroskopischer und mikroskopischer Bionten besät ist, weitgehendst verschieden sowohl von einer Kulturflüssigkeit als von einem künstlichen Nährboden, weshalb auch das Verhalten der Bakterien im Boden absolut verschieden sein muß von demjenigen, wie es im Wasser oder in einer Agarplatte oder in einem Kartoffelstücke ist. Ich behaupte, daß es nur eine Weise gibt, das Bakterium im Erdboden zu betrachten, nämlich als ein pedologisches Element ebenso gut wie ein anderes.

Denn, wenn wir vom Verhalten der Bakterien im Wasser in der Natur recht wenig wissen: wenn wir z. B. nicht wissen, ob wirklich Wasserspecies existieren, und zwar solche, welche im reinsten der Gewässer das Optimum ihres Lebens finden und die wirklich dem Plankton angehören: wenn wir dagegen wissen, daß das Verweilen und die Entwicklung einer Species in einer Flüssigkeit eine Funktion der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit selbst ist, weshalb jede Flüssigkeit ohne antiseptische Eigenschaften als selektiver Kulturboden für eine bestimmte Species dienen kann; und wenn wir auch wissen, daß, wenn in eine Flüssigkeit gleichzeitig mehrere Species gelangen, ein Kampf ums Dasein stattfindet, weshalb dank der phototropischen und chemo-taxischen Mechanis-

men die Species sich schließlich meist in Schichten ablagern und, je nachdem es sich um Poli-, Meso- oder Oligosaproben handelt, mehr oder weniger zur Bildung von Schleiern, von Absätzen, von chemo-taxischen Figuren Beijerinks (7) und von Niveaus und den Trübungen von Lehmann und Curchod (6) beitragen, so ist nichts von allem dem im Erdboden denkbar. Wenn im Wasser jeder Kubikzentimeter Flüssigkeit unmerklich von den benachbarten verschieden ist und im Grunde genommen bei dem gleichen Niveau die Flüssigkeit durchaus homogen ist, weswegen sich alle Individuen derselben Species in gleichen Bedingungen befinden und außerdem keine Hindernisse gegen ihre Vermehrung haben, liegen im Erdboden dagegen die Verhältnisse ganz anders; denn

1. sind die Teilchen immer voneinander verschieden;

2. kann das Ganze der Struktur des Bodens nicht die Bildung von vorübergehenden Gestaltungen veranlassen, welche analog den chemo-taxischen Figuren wären, sondern es muß die Bildung von einfachen Kolonien oder von etwas Ähnlichem bewirken;

3. müssen die Tiere des Edaphons und die Pflanzenwurzeln die bakterische Anordnung in jedem Augenblicke stören;

4. kann der Kampf ums Dasein, obgleich er auch hier von chemisch-phototropho-taxischen Wirkungen geführt ist, sich nur örtlich entwickeln;

5. müssen die Kapillarwirkungen einen ungeheuer starken Einfluß auf den Ausgang des Streites ausüben.

Mit anderen Worten: Während die Tonwellen keinen materiellen Widerstand finden, um eine Flüssigkeit ohne Deformation zu durchdringen, und die, sagen wir so, biologischen Wellen dort immer ihre eigenen Phenomene im weitesten Maße ausdehnen können, werden dagegen im Erdboden, in welchem wir nur ideal und sehr schematisch eine homogene Struktur uns vorstellen können, die Wellen unaufhörlich die Form ändern und beim Zusammentreffen und bei der Inferenz Veranlassung geben zu feinsten, besonderen Anordnungen.

Wollte man (wegen einer entfernten chemischen Analogie) von Phasen sprechen, so müßten wir sagen, daß die bakteriologischen Ereignisse im Wasser im Bereiche der folgenden Phasen statthaben:

a) Flüssige Phase = (H_2O + allem, was in dem Wasser gelöst oder verteilt ist).

b) Mikrobiologische Phase = (Die Bakterien und die Protozoen, welche sich in der Flüssigkeit fortpflanzen).

Praktisch könnte man bisweilen noch eine der folgenden anderen beiden hinzufügen:

c) Phase der lebenden organischen Substanzen (Tiere und Wasserpflanzen).

d) Phase der toten organischen Substanzen (Tiere und Pflanzen im Wege der Zersetzung):

Wir können keine analoge Unterscheidung für die mikrobiologischen Ereignisse des Erdbodens machen, dessen pedologische Elemente wir zuvor aufgeführt haben. Wenn wir hier noch von Phasensystemen reden wollten, so könnten wir dies daher nur unter der Vorstellung tun, daß dieselben äußerst

veränderlich und vielleicht für jedes Tausendstel eines Kubikmillimeters verschieden wären.

Um zu beschließen: Wenn der Erdboden einige Analogie mit anderen natürlichen Substraten hat, ist dies jedenfalls nicht mit dem Wasser der Fall, sondern vielleicht wegen seiner mikroskopischen Vielfältigkeit mehr mit den Zellgeweben der Tiere und Pflanzen, weswegen kein Grund vorliegt, die direkte Untersuchung zu unterlassen, wie dies bis jetzt geschehen ist.

3. Die direkte mikrobiologische Untersuchung des Erdbodens.

Ich habe soeben gesagt, daß J. Conn (1) die Methode gefunden hat, die Mikroorganismen des Erdbodens zu färben: aber die Weise, in welcher er sie angewendet hat (von den üblichen Verfahren nur durch die benutzten Farbstoffe abweichend), hat dieselbe zu einer bloßen Zählmethode ausarten lassen, welche bei weitem nicht von allen angenommen worden ist. Winogradsky (2) hat sie besser angewendet, aber auch er hat sich darauf beschränkt, Aufschwämmungen oder Produkte der Zentrifugation zu färben. Da hat er nur in Wirklichkeit sehen können, daß alle diese Handhabungen nicht die Kolonie zu zerstören vermögen, welche die Mikroorganismen im Erdboden bilden, und hat mehr oder weniger schematische Abbildungen dieser Überbleibsel gegeben.

Ich habe gesucht, einen mehr entscheidenden Schritt zu tun, und bin recht zufrieden, zu einem gewissen Resultate gelangt zu sein.

Die von mir befolgte Arbeitsweise kann aber höchstens nur als ein Anfangsgrund derjenigen angesehen werden, welche sie in kurzem sein kann. Sie besteht wesentlich in einer kleinen Vorrichtung, welche dazu bestimmt ist, einen Objektträger zu halten und ihn gegen die Erde zu drücken, um davon einen Abdruck zu nehmen und mit diesem eine gute Anzahl von Mikroben fortzuführen. Man sucht also das zu tun, was man in Bakteriologie ein Abdruckpräparat von einer Kolonie nennt (Klatschpräparat der Deutschen). Man gebraucht den „Stempel" (nachdem das aufs beste gereinigte Gläschen mit einer besonderen Flüssigkeit bestrichen worden ist, wobei der Agar aus den anderswo (9) angeführten Gründen ausgeschlossen bleibt), sodann fixiert man mit dem Farbstoffe, als ob es sich um ein gewöhnliches Präparat handele, man färbt mit Phenol-Erythrosin unter Erwärmen, wäscht reichlich und trocknet.

Die Beobachtung kann man mit einem Suchobjektiv machen, um dann das, was man sieht, mit einem Immersionsobjektiv zu kontrollieren und zu vergrößern.

Wenn auch alles dies einfach ist, so gilt dies nicht von der Vorbereitung des „abzustempelnden" Erdbodens. Man kann die Operation nicht an der Oberfläche vornehmen, sondern natürlich immer in einer gewissen Tiefe.

Wenn es nun nicht glückt, eine hinreichend ebene Oberfläche zu haben, so gelingt das Abstempeln nicht oder so unvollkommen, daß es fast nutzlos wird. Es versteht sich, daß der Erdschnitt auf einmal gemacht werden muß und daß er nicht berichtigt werden kann, da sonst die letzten Reste der Unverfälschtheit des Erdbodens verloren gehen, welche schon durch irgendwelchen Einschnitt auf eine schwere Probe gesetzt wird, da ein solcher natürlich den größten Teil der Beziehungen zwischen den Elementen des Bodens zerstört. Wenn der letztere

tonig oder sonstwie zusammenhängend ist, so ist die Sache verhältnismäßig leicht und man kann davon auch eine Scheibe fortnehmen, um von dieser bequem den Abdruck zu nehmen. Wenn der Erdboden locker ist und daher mehr oder weniger zusammenstürzt, so muß man vor allem den natürlichen Einsturz verhindern. Zu diesem Zwecke habe ich Bleche konstruieren lassen, die hinreichend schneidend sind und die mit lebhafter Kraft mittels eines Hammers in den Boden getrieben werden, so daß sie von 3 Seiten ein Parallelepiped der Erde begrenzen, während man dann mit Hilfe eines anderen, wie ein Winkeleisen gebogenen Bleches, das so breit ist wie das mittlere von den drei in die Erde getriebenen Blechen, das Erdreich wegnimmt, welches sich über dem zu untersuchenden befindet, natürlich nachdem man die Erde soweit entfernt hat, daß man vor dem begrenzten Parallelepiped Freiheit zur Bewegung hat.

Die Stempelung kann parallel dem Erdboden gemacht werden oder auch schräg oder senkrecht dazu; die Resultate sind nicht sehr verschieden, wenigtens in einer bestimmten Tiefe.

Um den Erdboden ohne das Hinzutreten eines künstlichen Faktors zu studieren, habe ich bis jetzt nichts anderes ausdenken können und vielleicht kann man nur sehr wenig anderes erdenken. Dagegen ist der Bereich der mehr oder weniger sinnreichen Versuchsweisen groß. Ich werde nur einige von denjenigen angeben, die ich bereits geprüft oder zu prüfen begonnen habe.

1. Um den Übelständen zu begegnen, welche die große Verschiedenartigkeit der Teilchen des Erdbodens beim Stempeln verursachen kann, habe ich große Gefäße mit natürlichem, gesiebtem Erdreiche vorbereitet, welches daher von einförmiger Struktur ist und auf den Objektträgern einförmige Abdrucke ergibt;

2. habe ich in dem Erdreiche Paare von gut gereinigten und mit nichts beschmierten Objektträgern vergraben (um keinen eventuellen chemo-taxischen Einfluß auszuüben), um so natürliche Ausbreitungen (Kolonien?) der Mikroorganismen von oben, von unten und in gleicher Höhe haben zu können.

In dieser Weise habe ich endlich einen wirklichen und nicht metaphorischen Blick in den bakteriologischen Gehalt des Erdbodens werfen können. Mir hat derselbe den Eindruck einer neuen Welt gemacht!!

Kolonien von Kokken, von Bakterien, von Bazillen, von Streptokokken, von Protozoen sind häufig im Ackerboden. Die Kolonien sind morphologisch bestimmte, aber völlig verschieden von denjenigen, welche wir in künstlichen Substraten zu erkennen gewohnt sind. Sie sind meistens klein (auch wenige Mikron), oft gemischt, häufig schleierartig und mit Falten versehen. Oft nehmen sie die Form von Lumpen an, als ob sie unter Ausfüllung der unregelmäßigen Abstände zwischen den kleinen mineralischen Teilchen des Erdreiches entstanden wären. Die Mitglieder der genannten Kolonien nehmen sehr oft eine Morphologie an, welche von jeder andern abweicht, die wir „in vitro“ zu sehen gewohnt sind. Manche Anhäufung, welche vollständig einer bei geringer Vergrößerung betrachteten Kolonie ähnelt, löst sich bei starker Vergrößerung nicht auf, und da denkt man an Kolonien von Unsichtbaren. Auch bei Vergrößerungen um 1000 Diameter erhält man noch schleierartige Kolonien von der Größe des Gesichtsfeldes und vielleicht noch darüber.

Eine Kolonie von Streptotricen nahm bei starker Vergrößerung nicht weniger als 14 Gesichtsfelder ein! Die Kolonien von Protozoen, die seltener als diejenigen der Schizomyzeten sind, stehen oft in Beziehung gerade zu den Kolonien der Schizomyzeten; man denkt alsdann an einen Angriff der bakteriophagen Protozoen, wie die Theorie von Cutler (8) wollte. Als Beilage zu diesen Beobachtungen biete ich zwei Tafeln dar, teils aus natürlichen, teils aus künstlichen Erdböden. Ich kann bis jetzt nur wenig über die Verteilung der Bakterien (oder besser ihrer Kolonien) im Raume und vor allem über ihre Gegenwart und Qualität in größerer oder geringerer Tiefe sagen. Ich stehe unter dem Eindrucke, daß sie mit der Tiefe abnehmen, aber daß diesen Wurzeln der Pflanzen nachgehen. Was das Wetter anbelangt, so haben wir den Eindruck, daß sie sich mit der Jahreszeit der Anzahl nach beträchtlich ändern.

In betreff der Frage der einzelnen Bakterien erachte ich, daß sie nicht in erheblicher Weise existieren; sie scheinen mir immer auf dem Wege zur Bildung einer Kolonie zu sein oder von einer solchen abzustammen. Wahrscheinlich wird der größte Teil der Kolonien schon bei meinen Handhabungen verdorben, und zwar wegen der bis jetzt gebrauchten Technik. Aber die übrigbleibenden sind noch hinreichend zahlreich, um daraus einige Schlüsse ziehen zu können.

Natürlich haben die an Kolonien reichsten Erdböden sich am reichsten an in Zersetzung begriffenen organischen Substanzen erwiesen, z. B. die obere Walderde oder das künstliche Gemisch von dieser mit armer Erde. Aber auch in den rein tonigen Erdböden haben die Kolonien weder qualitativ noch auch quantitativ gefehlt. Was nicht möglich gewesen ist, zu wagen, war die spezifische Identifizierung der Kolonien. Ich spreche den Gedanken aus, daß man sie nie auf experimentellem Wege machen könne, und ich äußere auch die Ansicht, daß alle Bakterien, welche sich gesondert oder nicht gesondert färben, lebend seien; sobald sie im Erdreiche natürlichen Todes gestorben sind, müssen sie sich zersetzen und verschwinden, ebenso wie sie es in unseren Kulturen tun.

Es versteht sich von selbst, daß jede von diesen Behauptungen nur ein für uns und alle anderen Forscher offenes Problem ist. Indessen ist dafürzuhalten, daß diese Beobachtungen und die ganze Entwicklung, welche daraus zu erwarten steht, vor allem das beste Material sind, um die Grundfrage des Vorhandenseins oder Fehlens (3) einer Gesellschaft von dem Boden eigenen Mikroorganismen zu lösen und um zu entscheiden, ob es wirklich wahr sei, daß die Mikroorganismen im Boden, welche auch ihre physikalische und chemische Struktur sei, das Mittel finden sich zu entwickeln und zu gedeihen, wenn nur das Klima des Erdbodens (d. i. die Gesamtheit der von der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Lüftung, der Belichtung und von jedem anderen bekannten oder unbekannten Faktor gegebenen Bedingungen, wie die Radioaktivität und die elektrischen und magnetischen Einflüsse) dazu geeignet ist, ebenso wie dies bei den höheren Pflanzen geschieht, deren wahre Beziehungen zur Mikroflora und Mikrofauna des Erdbodens wir übrigens nicht kennen. Wie wir auch nicht wissen, ob diejenigen Recht oder Unrecht haben, welche glauben, daß, auch wenn solche Gesellschaften existierten, ihr Studium dadurch schwierig gemacht werden würde, daß, da sie ihrer Natur nach im Raum sehr beschränkt sein müssen, ihre gegen-

seitige Verunreinigung gar zu leicht sein würde. Ich erachte es für wichtig, nicht zu vergessen, daß man bei diesen Vorstellungen zu oft das verwechselt hat, was im natürlichen Erdboden geschehen muß (unter diesem Namen verstehe ich den Boden, welcher für Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte, Jahrtausende in den Wäldern, den Steppen, den Savannen) unberührt bleibt, mit dem, was in dem Boden vor sich geht, welcher sich Jahr für Jahr oder auch mehrere Male im Jahre in den Feldern der extensiven oder intensiven Landwirtschaft und in den Gärten bildet. Weil in den ersteren das E r d k l i m a nur örtlich beschränkte Veränderungen hat, und je nach der Jahreszeit und den Stunden des Tages die Wärme, das Wasser, das Licht usw. sich stets in der nämlichen Weise verteilen, weil die Struktur des Erdbodens weder chemisch noch physikalisch wechselt und die Verhältnisse zu den höheren Pflanzen stets im Gleichgewichte sind, weshalb unter diesen Bedingungen die Beziehungen zwischen der Mikrobewohnern wirklich die Zeit und die Weise haben, sich festzustellen, und die Species und die Individuen, sich mit ihren enzymatischen Wirkungen zu beeinflussen, wenn sie lebend sind, mit ihren Zersetzungsprodukten, wenn sie sterben, und die Möglichkeit, sich um das nährende P a b u l u m zu streiten, den Sauerstoff, das Wasser und die Strahlungen, sowie die Wahrscheinlichkeit, ein mehr oder weniger dauerndes Gleichgewicht zu erreichen. Während dagegen alles dies niemals in den von dem Landwirte beherrschten Erdböden stattfinden wird, wenn es sich um intensive Landwirtschaft handelt, selten und nur zum Teile in den Weiden, in den Brachfeldern, da dort das Pflügen, das Eggen, das Hacken, das Graben jeden Augenblick die physikalische Struktur, die Düngung und die Gründüngung jeden Augenblick die chemische Struktur, die Aussaat und die Ernte jeden Augenblick die biologischen Bedingungen verändern.

Zusammenfassend erachte ich daher, daß das, was ich die Ehre gehabt habe auseinanderzusetzen, ausschließlich als ein Mittel angesehen werden müsse, um den Agrarbakteriologen einen Ruf zu den Waffen zu geben, daß ein neuer Weg gefunden worden sei, den Ackerboden zu studieren, und daß man sich in dieser Richtung bewegen müsse. Jedenfalls kann jetzt, statt uns darauf zu beschränken, den Ackerboden von außen zu betrachten, unser Blick mit Hilfe des Mikroskops beginnen, in denselben einzudringen.

Das Studium der pathogenen Spezies im Inneren der Organismen hat der Welt die pathologische Bakteriologie gegeben, welche uns als die erste zur bakteriologischen Technik und zur genauen Kenntnis bakterischer Spezies in reiner Kultur gebracht hat. Das Studium der Spezies des Wassers und im allgemeinen der Infusa im Vereine mit der Möglichkeit, nach Belieben die von ihnen hervorgebrachten Erscheinungen wieder hervorzubringen, hat zu den industriellen Anwendungen der Bakteriologie geführt; hoffen wir, daß das direkte Studium der Mikroorganismen des Erdbodens mit einer Richtung, die ich pedologisch nennen möchte, uns dazu führe, die wahre Wichtigkeit und die wahre Wirkungsweise der Mikroorganismen im Haushalte des Erdbodens und im ganzen Kreislaufe der Materie und des Lebens kennenzulernen, zum ungeheuren Vorteile der Landwirtschaft, und zwar jener Anwendung der biologischen Gesetze, welche nur zu sehr noch die vollständige Umwandlung aus

Gewerbe in Wissenschaft erwartet, welche aber auch theoretisch so unvollkommen immerhin das Lob verdient, welches Cicero vor 2000 Jahren ihr zugeteilt hat, nämlich das beste, das anmutigste, das eines freien Volkes würdigste Gewerbe zu sein.

Literatur:

1. Conn, J., The microbic studies of bacteria and fungi in soil. New York Agricultural Exp. Station, Technical Bulletins No. 57, 58, 59, 1927. Geneva, N. Y.
2. Winogradsky, S. N., Études sur la microbiologie du sol. 1. Sur la méthode. Annales de l'Institut Pasteur. T. 39 (1925), No. 4.
3. Francé, R. H., Das Edaphon. Stuttgart. Franckh 1921.
4. Rossi, G., Delle difficoltà e degli errori della batteriologia del terreno agrario. Rassegna internazionale di Agronomia, Vol. 1 (1923), No. 1.
5. Rossi, G., Variabilità degli schizomiceti. Annali della R. Scuola Sup. di Agricoltura in Portici, Vol. 18 (1923).
6. Lehmann, K. P. und Curchod, H., Beiträge zur Kenntnis der Bacterianiveaus von Beijerinck und der Bakteriengesellschaften von Jegunow, Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abt., Bd. 14, S. 419 f.
7. Beijerinck, M. W., Emulsions und Sedimentfiguren bei beweglichen Bakterien. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 3, S. 1 f.
8. Cutler, D. W., und andere. A quantitative investigation of the bacterial and protozoon population of the soil. With an account of the protozoon fauna. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. — Series B., Vol. 211, pages 37 —50. Harrison and sons. London.
9. Rossi, G., e Riccardo, S., Note preliminari sui metodi batteriologici di ricerca nell'esame della fertilità del terreno agrario. Nuovi Annali dell'Agricoltura editi dal Ministero dell'Economia Nazionale, a. 7 (1927).

Erklärung der Tafeln.

Erdböden:

Erdboden A: Erde „in situ" oder im Behälter aus dem Park Gussone (Portici bei Neapel), die hauptsächlich aus vulkanischer Asche im Gemische mit Walderde oder ohne solche besteht.

Erdboden B: Erde aus dem Landgute „Torre Lama" bei Montecorvino Rovella (Salerno). (Wirtschaft des R. Istituto Superiore Agrario in Portici.) Natürlich toniger Boden oder mit oligodynamischer Düngung.

Erdboden C: Erdboden von Maccarese (Roma). Seit sehr vielen Jahren nicht umgeackerter Weideboden, von kompakt toniger Natur.

Vergrößerungen.

Vergrößerung: 660 = Okular 3 von Koristka, Objektiv $^1/_{12}$ Zeiß. Rohr 160 mm lang.

Vergrößerung: etwa 1000 = Okular 4 von Koristka, Objektiv $^1/_{15}$ Zeiß. Rohr 160 mm lang, N. B. Alle Figuren sind etwas vergrößert in bezug auf das angewandte Okular-objektive System.

Tafel I.

Klatschpräparate:

Die Figuren No. 1, 2, 3, 4, 5, 11: Vergrößerung 600 Diameter.

Die Figuren No. 6, 7, 8, 9, 10: Vergrößerung zirka 1000 Diameter.

Fig. 1: Erdboden A. Die unter der Decke von abgestorbenen Blättern liegende Schicht.

Fig. 2—3: Erdboden A. Grob gesiebte Walderde, in Behälter befindlich. 5 Monate nach der Vorbereitung des letzteren genommener Abdruck.

Fig. 4: Idem, idem, nicht gesiebt, in Behälter befindlich. Nach 6 Monaten genommener Abdruck.

Fig. 5: Erdboden A. Unter einer Decke von Moos.
Fig. 6: Erdboden B. Düngung mit humussaurem Kalzium.
Fig. 7 u. 9: Erdboden B. Vergleichs-Parzelle.
Fig. 8: Erdboden B. Düngung mit kohlens. Kalzium.
Fig. 10: Erdboden B. Düngung mit Manganhyperoxyd.
Fig. 11: Erdboden C. Von einem entnommenen und im Laboratorium in Scheiben zerschnittenen parallepipedischen Blocke.

Tafel II.

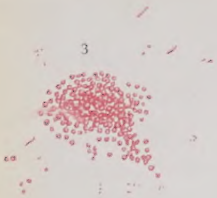
Von vergrabenen Objektträgern erhaltene Präparate.

Vergrößerung: 660 Diameter.

Fig. 1: Erdboden A. Walderde, fein gesiebt, in Behälter aufbewahrt. Entnahme nach 15 Tagen.
Fig. 2: Erdboden A. Walderde, grob gesiebt, in Behälter aufbewahrt. Obere Fläche eines Objektträgers; Entnahme nach 23 Tagen.
Fig. 3: Erdboden C. Weide. Untere Fläche eines Objektträgers. Entnahme nach 12 Tagen.
Fig. 4: Wie die Fig. 1. Anderer Punkt desselben Objektträgers.
Fig. 5: Erdboden A. Unter der Decke abgestorbener Blätter vergrabener Objektträger. Entnahme nach 12 Tagen.
Fig. 6: Wie die Figur 3. Obere Fläche eines anderen Objektträgers.
Fig. 7: Wie die Figur 2. Untere Fläche eines anderen Objektträgers. Entnahme nach 22 Tagen.
Fig. 8: Wie die Figur 2. Obere Fläche eines anderen Objektträgers. Entnahme nach 18 Tagen.

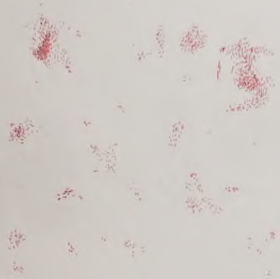
1

2



3

4



5

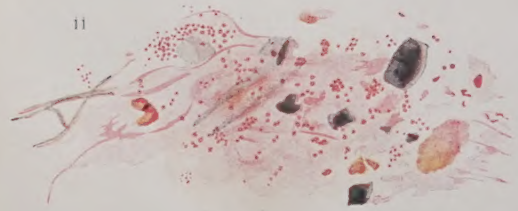
6

7

8

9

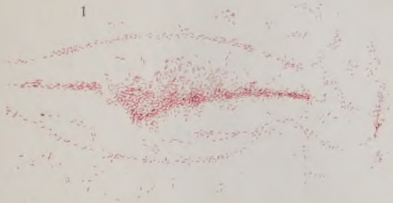
10



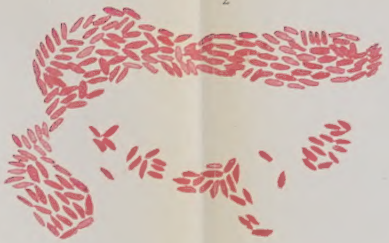
11

Grimaldi & Mercandetti - Roma

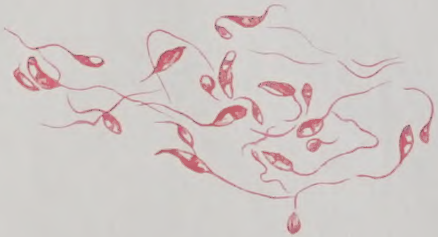
1



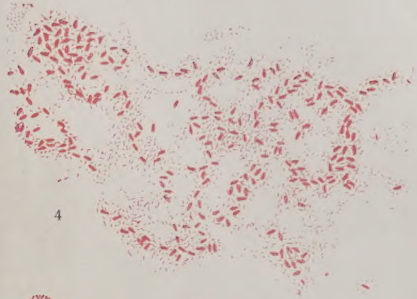
2



3

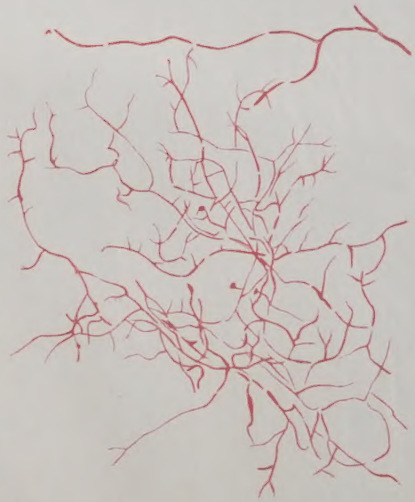


4

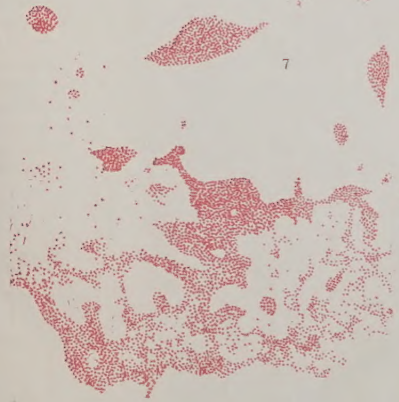


5

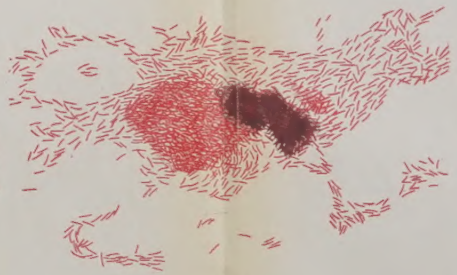
6



7



8



Grimaldi & Mercandetti - Roma

Beiträge zur Biochemie des Jods.

Von Dr. K. Scharrer.

Aus dem Agrikulturchemischen Institut der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan bei München (Vorstand Prof. Dr. Niklas).

In umfassendem Überblick hat K. Spiro (1) vor kurzem uns das Vorkommen und die Wirkung der weniger verbreiteten Elemente geschildert und darauf hingewiesen, von welcher Bedeutung für unsere Erkenntnis der physiologischen Vorgänge ein weiteres Eindringen in diese schwierige Materie sein wird.

Es ist nicht zuletzt das Verdienst J. Stoklasas (2), auch schon zu einer Zeit, in der sich noch wenige um diese Stoffe kümmerten, nachdrücklich und in zahlreichen Arbeiten auf ihre Wichtigkeit hingewiesen zu haben.

Ohne daß es mir nun auch immer möglich ist, Stoklasa in seinen Publikationen, insbesondere seinen Veröffentlichungen über Jod, überall ohne weiteres beizupflichten, ja trotz mancher gegenteiligen Auffassung in dieser Hinsicht, bin ich doch um so lieber der freundlichen Einladung der Herausgeber dieser Festschrift gefolgt, hierzu einen Beitrag über unsere Jodarbeiten zu liefern, als dem Jubilar unzweifelhaft der Ruhm gebührt, die Aufmerksamkeit schon frühzeitig auf das Jodproblem gerichtet zu haben.

Daß von den seltener vorkommenden Elementen gerade die Biochemie des Jods relativ noch am besten durchforscht ist, beruht wohl auf der Rolle des Jods bei der Pathogenese bzw. Prophylaxe der endemischen Struma (3) und der damit zusammenhängenden Erscheinungen. Da nun nach den Berichten namhafter Forscher in der Nachkriegszeit der Kropf bedeutend an Zahl zugenommen hat und die meisten Mediziner bei der Kropfbekämpfung mit Jod gute Erfolge erzielten (4), ist es erklärlich, daß dem Jod in den letzten Jahren eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Daß dabei, wie immer bei derartigen Anlässen, „Anhänger" und „Gegner" des Problems sich bildeten, denen manchmal die wissenschaftliche Arena für ihre Kämpfe zu eng war und die sich gelegentlich auch andere Tummelplätze zur Austragung ihrer Meinungsverschiedenheiten erwählten, ist in einem Zeitalter nicht zu verwundern, in dem auch weitere, nicht bloß immer die Wissenschaft allein im Auge habende Kreise mit regem Interesse deren Ergebnisse verfolgen. Aufgabe der Forschung ist aber, in solchen Fällen die dabei auftretende Spreu vom Weizen zu trennen und womöglich noch genauer als sonst das vorliegende Material unter die Lupe der Kritik zu nehmen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß Themata von der Art des Jodproblems nur einigermaßen mit Aussicht auf Erfolg gelöst werden können, wenn mehrere, in enger Berührung miteinander stehende, die verschiedensten Fachdisziplinen vertretenden Stellen mit genau umsteckten Zielen zusammenarbeiten. In dieser

Erkenntnis hat sich eine Reihe Institute der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan entschlossen, eine Art „Versuchsring" zu bilden, wobei noch für Grenzfragen der Medizin die wertvolle Mitarbeit der Universitätskinderpoliklinik München gewonnen werden konnte.

Über die bisher erschienenen Veröffentlichungen dieser Versuchsgruppe möge im Nachstehenden berichtet werden, wobei allerdings wegen der Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes die allerknappste Darstellung geboten ist.

Wertvolle Vorarbeiten, insbesondere in methodischer Hinsicht, erbrachte das chemische Institut. B. Bleyer (5) wies nach, daß unter allen derzeitigen Methoden zum Nachweis kleinster Jodmengen das Verfahren von Fellenberg (6) weitaus das genaueste und brauchbarste ist. Auch in Hinsicht des Jodgehaltes einer Reihe Nahrungsmittel machte Bleyer wertvolle Angaben,

Wie die Pflanzen auf Verabreichung von Jod reagieren, war eine der wichtigsten Aufgaben, deren Lösung innerhalb des geschilderten Versuchsringes naturgemäß dem Agrikulturchemischen Institut zufiel.

Zunächst wurden Freilanddüngungsversuche zu Zuckerrüben (7) mit Jodgaben von 0,251 kg bis 2,511 kg J als $NaJO_3$ je ha auf einem schweren, schwachsauren Lehmboden (pH = 5,45, Jodgehalt 35 γ-Prozent) durchgeführt. Bei den mit Jod gedüngten Parzellen wurden im Vergleich zur Grunddüngung sowohl bei den Wurzeln als insbesondere bei den Blättern der Zuckerrüben ein Vielfaches an Jod festgestellt. (Tabelle I und II.)

Tabelle I.

Jodgehalt der Wurzeln von Zuckerrüben des geschilderten Freilanddüngungsversuches.

Angabe in γ Prozent (Anzahl γ in 100 g) der Trockensubstanz.

Grunddüngung	1,4	Grunddüngung	1,4
Gr. + Natronsalpeter	0,2	Gr. + Chilesalpeter	0,3
Gr. + „ + 0,03% J[1])	4,8	Gr. + „ + 0,03% J	5,6
Gr. + „ + 0,09% J	8,8	Gr. + „ + 0,09% J	9,6
Gr. + „ + 0,2 % J	9,4	Gr. + „ + 0,2 % J	15,0
Gr. + „ + 0,3 % J	10,5	Gr. + „ + 0,3 % J	28,3

Tabelle II.

Jodgehalt der Zuckerrübenblätter des geschilderten Freilanddüngungsversuches.

Angaben in γ % (Anzahl γ in 100 g) der Trockensubstanz.

Grunddüngung	12,3	Grunddüngung	12,3
Gr. + Natronsalpeter	11,0	Gr. + Chilesalpeter	17,3
Gr. + „ + 0,03 % J	16,6	Gr. + „ + 0,03 % J	20,3
Gr. + „ + 0,09 % J	46,5	Gr. + „ + 0,09 % J	58,5
Gr. + „ + 0,2 % J	86,0	Gr. + „ + 0,2 % J	106,0
Gr. + „ + 0,3 % J	193,5	Gr. + „ + 0,3 % J	201,0

[1]) Die Prozente der Jodzufuhr beziehen sich auf die gegebene Menge Natron-, bzw. Chilesalpeter (837 kg je ha).

Bei Joddüngungsversuchen in Vegetationsgefäßen zu sieben verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bei einer Jodgabe von 0,5 mg J bzw. 1,0 mg J je Versuchsgefäß in Form von K J war im Vergleich zu Volldüngung ohne Jod ebenfalls eine bedeutende Erhöhung des Jodgehaltes durch die einfachen und doppelten Jodgaben zu beobachten. Bei diesem Vegetationsversuch war ein relativ jodarmer Sandboden (Jodgehalt 10 γ Prozent) aus der Miozänstufe des Tertiärs mit neutraler Reaktion (pH = 6,57) angewandt worden. (Tabelle III.)

Tabelle III.

Jodgehalte der Ernteprodukte von Gefäßdüngungsversuchen, J in γ % der Trockensubstanz.

Pflanze	Normal	0,5 mg J je Versuchsgefäß	1,0 mg J je Versuchggefäß
Sommergerste, Samen	9	24	22
Sommergerste, Stroh	95	150	280
Hafer, Samen	13	19	32
Hafer, Stroh	36	60	205
Erbsen, Samen	11	15	24
Erbsen, Stroh	61	250	260
Luzerne	56	130	575
Rotklee	63	125	200
Wiesenhafer	75	450	990
Wiesenfuchsschwanz	57	90	125

Weitere Joddüngungsversuche zu Spinat im Freiland auf einem schweren Lehmboden bei einer Jodgabe von 800 g J je ha in Form von K J zeigten wiederum erhebliche Unterschiede zwischen dem Jodgehalt der Pflanzen „ohne Jod" und „Jodgedüngt" (Tabelle IV).

Tabelle IV.

Jodgehalt von Spinat aus Freilanddüngungsversuchen in γ % der Trockensubstanz.

Datum der Probeentnahme	Ohne Jod	Jodgedüngt	Tage seit der Joddüngung
11. VI. 26.	230	2200	2
14. VI. 26.	270	2330	5
15. VI. 26.	300	2840	6
16. VI. 26.	345	3070	7
17. VI. 26.	330	3460	8
21. VI. 26.	345	—	12
22. VI. 26.	300	2170	13
23. VI. 26.	280	2780	14
24. VI. 26.	195	2070	15
25. VI. 26.	265	1600	16
28. VI. 26.	185	—	19
30. VI. 26.	177	—	21
1. VII. 26.	160	1560	22

Diese Ergebnisse beweisen somit, daß durch Joddüngung eine Anreicherung des Jodgehaltes der Pflanzen erzielt werden kann; dies ist um so interessanter, als neuere Arbeiten Th. v. Fellenbergs (8) und Versuche am Rowett Research Institute in Aberdeen zu ähnlichen Resultaten geführt haben.

Die Reihe unserer Tierversuche mit Jod (9) eröffnete ein Fütterungsversuch zu Milchziegen, wobei zuerst mit Absicht „massive Dosen" angewandt wurden.

Dieser Fütterungsversuch hatte folgende Fragestellung zur Grundlage: Welchen Einfluß haben steigende Jodgaben:

1. Auf das Verhalten und den Gesundheitszustand der Tiere.
2. Auf den Milchertrag.
3. Auf den Fettgehalt der Milch.

Gruppe A:

Grundfutter ohne Jod während der ganzen Versuchsdauer.

Gruppe B:

Vorperiode	Grundfutter ohne Jod	
Übergangszeit zur I. Periode .	„	+ 60 mg Jod
I. Periode	„	+ 60 mg „
Übergangszeit zur II. Periode .	„	+ 120 mg „
II. Periode.	„	+ 120 mg „
Übergangszeit zur III. Periode.	„	+ 180 mg „
III. Periode	„	+ 180 mg „

Der Versuch wurde demnach gleichzeitig nach dem Gruppen- und Periodensystem in der Weise angesetzt, daß von 2 Gruppen zu je 5 Tieren die eine Gruppe nur Grundfutter erhielt, während der zweiten Gruppe neben der gleichen Menge Grundfutter als Beigabe Jod in steigender Menge innerhalb gleich langer Perioden verabreicht wurde. Jede Periode setzt sich aus einer zehntägigen Übergangszeit und einer vierzehntägigen eigentlichen Versuchsperiode zusammen. Auf eine Periode entfielen somit im ganzen 24 Versuchstage. Dem Versuch selbst ging eine zehntägige Vorfütterung voraus, außerdem wurden die Tiere vor dieser dreizehn Tage lang zusammengehalten, um sich aneinander zu gewöhnen.

Das Jod wurde den Tieren als NaJ in Tablettenform gegeben, deren Zusammensetzung folgendermaßen war:

I. Gabe (60 mg Jod): 70 mg NaJ, 6 mg $NaHCO_3$, 33 mg NaCl, Milchzucker und Maisstärke bzw. Talkum bis zum Gesamtgewicht einer Tablette von 0,7 g.

II. Gabe (120 mg Jod): 140 mg NaJ, 12 mg $NaHCO_3$, 33 mg NaCl, Milchzucker und Maisstärke bzw. Talkum bis zum Tablettengewicht von 0,7 g.

III. Gabe (180 mg Jod): 212 mg NaJ, 18 mg $NaHCO_3$, 33 mg NaCl, Milchzucker und Maisstärke bzw. Talkum bis zum Tablettengewicht von 0,7 g.

Die Tabletten wurden den Tieren der Gruppe B jeweils nach der Fütterung mittels eines sog. „Einschütts" verabreicht. In einer Saugflasche wurde etwas Wasser, vermischt mit Milch, sowie die Jodtablette gegeben und diese den Tieren eingeschüttet. Dadurch wurde erreicht, daß die Tabletten möglichst ungekaut in den Magen der Tiere gelangten. Die Beigabe des Kochsalzes zu der Tablettenmasse hatte den Zweck, die große Vorliebe der Ziegen für Salz zur besseren Annahme der Tabletten auszunützen. Bei Beginn der Jodgabe leisteten die Tiere beim Einschütten zwar etwas Widerstand, gewöhnten sich aber binnen kurzem so daran, daß sie die Flaschenfütterung willig annahmen.

Faßt man die Versuchsergebnisse kurz zusammen (9), so ist zu sagen, daß die jeweiligen Jodgaben ohne Einfluß auf das Verhalten und den Gesundheitszustand der Tiere blieben. Die Jodgaben von 60 und 120 mg pro Tier und Tag vermochten keine sicheren Steigerungen des Milchertrages hervorzurufen. Die Zunahme der Milchmenge durch die Gabe von 60 mg war zudem nur von kurzer Dauer. Im Gegensatz hierzu verursachte die Jodgabe von 180 mg pro Tier und Tag eine beträchtliche Steigerung des Milchertrages. Die Untersuchung des Fettgehaltes der Milch zeigte, daß bei einer Jodgabe von 120 mg pro Tier und Tag die absolute Fettmenge höher war, der prozentische Fettgehalt jedoch, bedingt durch die Steigerung der Milchmenge, niedriger erschien. Bei einer Gabe von 180 mg Jod pro Tier und Tag stieg anfangs die absolute Fettmenge und fiel dann wieder, während der prozentische Fettgehalt ständig niedriger war. Irgendwelche Beeinflussung des Gewichtes durch die Jodgaben hat nicht stattgefunden. Eine Einwirkung des Jods auf die Geschlechtstätigkeit konnte nicht festgestellt werden.

Die Milch und das Blut dieser Milchziegen wurden auf Jod untersucht (9). Bei den mit Jod gefütterten Tieren trat unter der Wirkung der hohen Jodgaben eine Vervielfachung des natürlichen Jodgehaltes sowohl des Milch- als auch des ebenfalls untersuchten Blutjodspiegels zutage. Die Analysen ergaben, daß peroral zugeführtes, anorganisch gebundenes Jod trotz gleichzeitiger Fütterung vom Darm quantitativ resorbiert wurde. Eine tägliche perorale Jodzufuhr von über 100 mg bei Milchziegen führte zu einer Jodierung der Körperflüssigkeiten, insbesondere der Milch, in einem Ausmaße, das nicht mehr als physiologisch angesprochen werden kann. Doch konnte sonst keine schädliche Einwirkung auf den Gesundheitszustand der Tiere festgestellt werden.

Bei einem weiteren Versuch mit Ziegen (9) wurde der Einfluß abnehmender und an sich schon niedriger Jodgaben geprüft. Das Jod wurde den Tieren wiederum als NaJ in Tablettenform verabreicht, und zwar in Gabe von 7,5 mg und 15 mg Jod. Auch hier blieben die jeweiligen Jodgaben ohne Einfluß auf das Verhalten und den Gesundheitszustand der Tiere. Diese Gaben von 15 mg und 7,5 mg Jod vermochten nur innerhalb der Fehlergrenzen liegende Steigerungen der Milchmenge hervorzurufen, die aber nach der Höhe der Gaben genau abgestuft waren. Der prozentische Fettgehalt der Milch erfuhr durch die beiden Jodgaben eine geringe Verminderung, die absolute Fettmenge ging nach anfänglichem unbedeutenden Ansteigen ebenfalls zurück. Bei den Tieren mit Jodfutter zeigte sich auch bei diesen geringen Dosen ein gegenüber der normalen Milch beträchtlich erhöhter Jodgehalt. Studien hinsichtlich der Übergangsgeschwindigkeit des zugeführten Jods in die Milch ergaben, daß der Übertritt des Jods in die Milch schon in den ersten 30 Minuten ganz erheblich war; in diesem Teilgemelk war nämlich die ursprüngliche normale Jodierung bereits auf das Zwanzigfache erhöht worden.

In weiteren Arbeiten (9) wurden nun die Versuche auf Milchkühe ausgedehnt. Die Fragestellung stimmte im Prinzip mit der der früheren Experimente überein. Die Jodgabe erfolgte aber hier in Form künstlich an Jod angereicherter Vollsalze. Der Versuch wurde entsprechend den wechselnden Jodgaben in zwei zeitlichen Abschnitten als drei- bzw. zweiteiliger Gruppenversuch folgendermaßen durchgeführt:

Versuchsabschnitt I, dreiteiliger Gruppenversuch.

Gruppe A:	Grundfutter ohne Jod während der ganzen Versuchsdauer.		
Gruppe B:	Vorfütterung:	Grundfutter ohne Jod,	
	Übergangszeit:	„	+ 1,53 mg Jod (= 3 mg KJ),
	Hauptperiode:	„	+ 1,53 mg Jod.
Gruppe C:	Vorfütterung:	„	ohne Jod,
	Übergangszeit:	„	+ 3,82 mg Jod (= 5 mg KJ),
	Hauptperiode:	„	+ 3,82 mg Jod.

Versuchsabschnitt II, zweiteiliger Gruppenversuch.

Gruppe A:	Grundfutter ohne Jod während der ganzen Versuchsdauer.		
Gruppe B:	Übergangszeit:	Grundfutter	+ 76,45 mg Jod (= 100 mg KJ),
	Hauptperiode:	„	+ 76,45 mg Jod.

Zur Herstellung dieser Vollsalze wurde bayerisches Salinensalz verwendet, die dem Salzquantum entsprechende Menge Jodkalium in Wasser gelöst, dem Salz tropfenweise zugegeben, nach einigen Minuten wiederholt gut durchmischt und auf diese Weise eine schnelle, leichte und vollständige Verteilung des Jodkaliums auf Grund von Oberflächenkräften herbeigeführt. Die tägliche Salzgabe pro Tier betrug 50 g, zu jeder Mahlzeit die Hälfte, vermischt mit Weizenfuttermehl und Kleie.

Faßt man die gesamten Ergebnisse aus beiden Versuchen (9) zusammen, so ergibt sich, daß die Jodgaben von 1,53 mg, 3,82 mg und 76,45 mg je Tier und Tag keinerlei ungünstige Einflüsse auf das Verhalten und den Gesundheitszustand der Tiere zeigten. Die Jodgaben von 1,53 mg und 3,82 mg pro Tier und Tag konnten keine sichere Erhöhung des Milchertrages hervorrufen. Gleichwohl äußerte sich der Einfluß der Gabe von 3,82 mg Jod insofern, daß innerhalb des Fortschreitens der Laktationszeit eine deutlich langsamere Senkung der Milchmenge eintrat, als bei den Tieren ohne Jod und mit 1,53 mg Jod. Die Wirkung von 76,45 mg Jod je Tier und Tag kam in einer beträchtlichen, während der ganzen Dauer des Versuches anhaltenden Zunahme der Milchmenge zum Ausdruck. Der prozentische Fettgehalt der Milch und die absolute Fettmenge wurden durch die Verabreichung von 1,53 mg Jod etwas vermindert. Auch die Gabe von 3,82 mg Jod verursachte eine geringe Abnahme des prozentischen Fettgehaltes, jedoch blieb die absolute Fettmenge gleich, bedingt durch die höhere Milchsekretion. Eine geringfügige Abnahme erfuhr der Fettgehalt durch 76,45 mg Jod, die absolute Fettmenge jedoch eine beachtenswerte Zunahme durch die verbesserte Milchleistung. Im spezifischen Gewicht der Milch entstanden durch sämtliche Jodgaben keine Veränderungen.

Die chemische Untersuchung zeigte (9), daß selbst die geringen Jodgaben von 1,53 mg und 3,82 mg Jod noch eine deutliche Erhöhung des Milchjodspiegels um etwa 40—100% bewirkten. Die Verabreichung von 76,45 mg Jod hatte ungefähr eine Steigerung des Milchjodgehaltes auf das zehnfache des normalen zur Folge.

Mit der Milch jener Kühe, die 3,82 mg J peroral pro Tier und Tag bei der Fütterung bekamen, führt E. Maurer (10) in der Kinderpoliklinik der Universität München an Säuglingen Versuche durch; diese ergaben, daß solche

durch mäßige Jodfütterung angereicherte Milch von Säuglingen anstandslos vertragen wird. Es ist somit möglich, durch Zugabe entsprechender Jodmengen zum Futter von Milchkühen eine Jodierung der Milch zu erzielen, die sowohl hinsichtlich ihrer Konstanz als auch der absoluten Höhe des Milchjodspiegels die Grenze der physiologisch noch einwandfreien Jodzufuhr nicht überschreitet.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte das Milchwirtschaftliche Institut Weihenstephan bei seinen Jodarbeiten. Kieferle und J. Kettner, Zeiler und H. Hanusch (11) fanden, daß jede unter normalen Bedingungen abgeschiedene Milch Jod enthält. Bei Weidegang oder Grünfütterung gewonnene Milch zeigte unter sonst gleichen Bedingungen einen merklich höheren Jodgehalt. Es wurde beobachtet, daß während des Rinderns der Kühe eine Erhöhung des Jodgehaltes der Milch auftrat. Die günstige Beeinflussung der Milchergiebigkeit durch Beifütterung jodierten Kochsalzes konnte auf Grund von mit Vollsalzen durchgeführten Fütterungsversuchen aufs neue bestätigt werden. Interessant ist, daß der Milchjodspiegel der während der Kolostralperiode gebildeten Milch bei anfänglich normalem Jodgehalt nach Ablauf von 18 Stunden ein plötzliches Emporschnellen von 32 γ auf 272 γ pro Liter Milch zeigte, dem dann ein rasches Absinken in verhältnismäßig kurzer Zeit folgte; 30 Stunden nach der Geburt war der Milchjodspiegel nahezu wieder normal. Ebenso wie im Agrikulturchemischen konnte auch im Milchwirtschaftlichen Institut hinsichtlich des Überganges von Jod in die Milch bei Zugabe von jodiertem Kochsalz oder jodhaltigen organischen Präparaten zum Futter bereits in dem nach der Jodfütterung fälligen Gemelk ein der jeweiligen Jodgabe entsprechend erhöhter Milchjodgehalt festgestellt werden.

Wertvolle Beiträge zur medizinischen Bedeutung des Jods lieferten die Arbeiten der Hand in Hand mit uns arbeitenden Kinderpoliklinik München (12). Während der Salzgehalt der Tiermilch sowohl in seiner Gesamtheit als in allen seinen Einzelkomponenten mit Ausnahme des Eisens ein höherer ist als in der menschlichen Milch, ist der Jodgehalt der Frauenmilch während der einzelnen Tage der Kolostralperiode ein annähernd gleicher, ja fast ein höherer als in der Kuhmilch. Die rasche Abnahme des Jodgehaltes in der Kolostralmilch legt den Schluß nahe, daß es sich bei diesem Element nicht wie bei anderen, in viel geringerem Verhältnis abnehmenden Substanzen (Ca, Mg, P) um einen als Aufbaumaterial notwendigen Stoff handelt. E. Maurer und St. Diez (12) messen dem Jod für die Zeit vor der Geburt eine wichtige Bedeutung zu, da sie schon früher beobachteten, daß der Jodgehalt im Venenblut menstruierender Frauen um 100% gegenüber der Norm erhöht ist und daß vor der Geburt eine Zunahme, in den ersten Wochenbettagen dagegen eine starke Abnahme des vorher gefundenen Jodgehaltes des Blutes zu beobachten ist. Es ist somit eine gewisse Übereinstimmung der Veränderungen im Jodspiegel von Milch und Blut gegeben, welche darauf schließen läßt, daß man in der parallelen Senkung der beiden das Versiegen einer Überproduktion an Jod während der Zeit raschester Substanzvermehrung der Frucht, das ist während des intrauterinen Lebens derselben, erblicken kann, und daß die Schilddrüse bereits im intrauterinen Leben eine die innersekretorischen Funktion des mütterlichen Organismus ergänzende Tätigkeit ausübt. Der Gedanke, daß dem Jod der inneren Sekretion eine wachstumsan-

regende Wirkung zukommt, wird neben den Versuchen von Romeis (13) an Kaulquappen (Fütterung mittels Schilddrüsensekretes, wobei erhebliche Wachstumsanregung erzielt werden konnte) durch die Beobachtung von Maurer und Diez (14) bestätigt, die zeigten, daß sich durch Verfütterung einer jodangereicherten Nahrung an laktierende Ratten eine erhebliche Wachstumsbeschleunigung der saugenden Jungen erzielen läßt. Die Nahrung bestand dabei aus Mais und Milch, welche Produkte auf dem Weg der Joddüngung des Ackerbodens bzw. der Jodbeifütterung zu Milchkühen an Jod angereichert worden waren.

Was die Wirkung des Jods auf die Vermehrungstätigkeit der Hefe anbelangt, so fanden wir (15), daß anorganisch gebundenes Jod zwar in geringen Konzentrationen beschleunigend auf die Vermehrungstätigkeit der Hefe wirkte, eine Stimulation aber im Sinne einer tatsächlichen Erhöhung des maximalen Erntegewichtes nicht nachweisbar war. Die Hefe ist imstande, Jod zu speichern. Nach den bis jetzt abgeschlossenen Versuchen kommt dem Jod keine wesentliche Bedeutung für den Stoffwechsel der Hefe zu. Die Giftigkeit des Jods steht in Beziehung zu seiner chemischen Bindung. Nach zunehmender Giftigkeit erhalten wir die Anionenreihe $J' < JO_4' < JO'_3$.

Die geschilderten Arbeiten des Jodversuchsringes Weihenstephan-München, die immerhin im Verein mit den Publikationen Th. v. Fellenbergs (16) und zahlreicher anderer Forscher, die Kenntnisse über die Biochemie des Jods etwas zu erweitern beginnen, werden unsererseits in jeder Richtung fortgesetzt, da die Probleme bei scheinbarer Lösung einer einzelnen Teilaufgabe sich jedesmal zu vervielfachen beginnen. Ausgedehnte Pflanzen- sowie Tierversuche, die durch Studien der Beziehungen zwischen Boden und Jod ergänzt werden, sind teils in Vorbereitung, teils in der Durchführung. Andere Experimente, im Verein mit der Kinderpoliklinik München bearbeitet, sollen den Einfluß der Verabreichung jodhaltiger Nahrung an Kindern vom Gesichtspunkt der Medizin aus studieren.

Ausdrücklich möge, wie schon so oft bei anderen Gelegenheiten, noch darauf hingewiesen werden, daß unsere Arbeiten einzig und allein das Ziel verfolgen, die wissenschaftlichen Grundlagen der Biochemie des Jods zu erforschen. Inwiefern aus ihnen praktische Schlüsse zu ziehen sind, ist eine Frage, deren Beantwortung letzten Endes der Medizin zufällt.

Literatur:

1. K. Spiro: Einige Ergebnisse über Vorkommen und Wirkung der weniger verbreiteten Elemente. Ergebnisse der Physiologie **24**, 474 (1925).
2. Vgl. hierzu:
J. Stoklasa: Über die physikalische Bedeutung des Arsens im Pflanzenorganismus. Ztschr. ldw. Versuchswesen in Österreich **1**, 155 (1898).
Derselbe: Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen. Jena, Verlag G. Fischer 1922.
Derselbe: Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabrikexhalationen. Berlin-Wien, Verlag Urban und Schwarzenberg 1923.
Derselbe und E. G. Doerell, Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens. Berlin 1926, Verlag P. Parey.

3. Vgl. z. B. hierzu die Arbeiten von:
Eggenberger: Das Vollsalz, Bircher A.-G., Bern und Leipzig 1924.
Eggenberger: Kropf und Kretinismus, Handbuch der inneren Sekretion, Leipzig 1927.
Bayard: Beiträge zur Schilddrüsenfrage, Benno Schwabe & Co., Basel 1919.
Hunziker und Eggenberger: Die Prophylaxe der großen Schilddrüse. Bircher A.-G., Bern und Leipzig 1924.
J. Wagner-Jauregg: Kropfverhütung. Naturwissenschaften **14**, 114 (1926).
de Quervain: Über Kropfprophylaxe. Naturwissenschaften **14**, 1147 (1926).
4. Vgl. hierzu den demnächst erscheinenden Bericht über die Verhandlungen auf der ersten Internationalen Kropfkonferenz in Bern. (24.—26. August 1927.)
5. B. Bleyer: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. I. Mittlg. Biochem. Ztsch. **170**, 265 (1926).
6. Th. v. Fellenberg: Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. Ergebnisse der Physiologie **25**, 175 (1926).
7. K. Scharrer und A. Strobel: Die Jodanreicherung der Pflanzen durch Jodzufuhr. Angewandte Botanik **9**, 187 (1927).
K. Scharrer und J. Schwaibold: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. X. Mittlg.: Untersuchung einiger Kulturpflanzen auf ihren natürlichen Jodgehalt und dessen Steigerung durch Joddüngung. Biochem. Ztschr. **185**, 405 (1927).
8. Th. v. Fellenberg: Über das Verhalten saurer und alkalischer Böden im Joddüngungsversuch. Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene **18**, 253 (1927).
9. Bezüglich dieser und der weiter unten angeführten Versuche vgl. auch:
K. Scharrer: Die Jodanreicherung der Milch durch Jodfütterung und ihr Zusammenhang mit der Frage der Kropfprophylaxe. Ztschr. f. d. ges. exp .Med. **56**, 677 (1927).
K. Scharrer: Jodproblem und Kropfprophylaxe vom Standpunkt der Agrikulturchemie. Münchner medizinische Wochenschrift. **74**, 1788 (1927).
H. Niklas, A. Strobel und K. Scharrer: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. II. Mittlg.: Fütterungsversuch mit steigenden Jodgaben zu Milchziegen. Biochem. Ztschr. **170**, 277 (1926).
H. Niklas, J. Schwaibold und K. Scharrer: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. III. Mittlg.: Über den Chemismus des tierischen Jodstoffwechsels. Biochem. Ztschr. **170**, 300 (1926).
A. Strobel und K. Scharrer: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. V. Mittlg.: Fütterungsversuch mit abnehmenden Jodgaben zu Milchziegen. Biochem. Ztschr. **180**, 300 (1927).
K. Scharrer und J. Schwaibold: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. VI. Mittlg.: Über den Chemismus des tierischen Jodstoffwechsels. Biochem. Ztschr. **180**, 307 (1927).
A. Strobel, K. Scharrer und W. Schropp: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. VII. Mittlg.: Fütterungsversuch mit verschiedenen Jodgaben an Milchkühen. Biochem. Ztschr. **180**, 313 (1927).
J. Schwaibold und K. Scharrer: Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. VIII. Mittlg.: Über den Chemismus des tierischen Jodstoffwechsels. Biochem. Ztschr. **180**, 334 (1927).
K. Scharrer: Zur Biochemie des Jods I. Fortschritte der Landwirtschaft **2**, 119 (1927).
K. Scharrer: Zur Biochemie des Jods II. Fortschritte der Landwirtschaft **2**, 249 (1927).
K. Scharrer und A. Strobel: Der Einfluß einer Fütterung mit anorganischen Jodverbindungen auf die Zusammensetzung und Menge der erzeugten Milch. Milchwirtschaftl. Forschungen **4**, 498 (1927).
A. Strobel: Joddüngungs- und Jodfütterungsversuche als Voraussetzung der Ermöglichung natürlicher Kropfverhütung durch Nahrungsjod. Vortrag, gehalten auf der 89. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf. Chem. Ztg. **50**, 733 (1926).

K. Scharrer: Das Arbeitsprogramm des Agrikulturchemischen Instituts Weihenstephan hinsichtlich des Chemismus des Jodproblems unter besonderer Berücksichtigung der bisherigen Arbeiten in diesem Institut über den Chemismus des tierischen Jodstoffwechsels. Vortrag, gehalten auf der 89. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf. Chem. Ztg. **50**, 734 (1926).

10. E. Maurer: Zur Frage der Kropfprophylaxe im Säuglingsalter durch jodangereicherte Milch. Ztschr. f. Kinderheilkunde **44**, 120 (1927).
K. Scharrer: Jodanreicherung der Milch und Kropfprophylaxe. Ztschr. f. Kinderheilkunde **44**, 124 (1927).
11. Kieferle und J. Kettner und K. Zeiler und H. Hanusch: Über den Zusammenhang zwischen Milchsekretion und Jodstoffwechsel. Milchwirtschaftl. Forschungen **4**, 1 (1926).
12. E. Maurer und St. Diez, Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. IV. Mittlg.: Die biochem. Bedeutung des Jodgehaltes in Früh- und Dauermilch. Biochem. Ztschr. **178**, 161 (1927).
13. B. Romeis, Archiv für Entwicklungsmechanik **40**, 632 (1914).
B. Romeis, Archiv für Entwicklungsmechanik **41**, 115 (1915).
B. Romeis, Ztschrift für d. ges. exp. Med. **6**, 101 (1918).
14. E. Maurer und St. Diez, Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. IX. Mittlg.: Über Wachstumsbeschleunigung an jungen Ratten bei Verfütterung jodangereicherter Kost an das laktierende Muttertier. Biochem. Ztschr. **182**, 291 (1927).
E. Maurer, Gibt es eine unter physiologischen Verhältnissen folgende Tätigkeit der fetalen Schilddrüse. Ztschr. für Kinderheilkunde **43**, 163 (1927).
E. Maurer, Über den Jodgehalt des Blutes und seine Veränderungen in Menstruation und Gravidität. Archiv für Gynäkologie **130**, 70 (1927).
15. K. Scharrer und W. Schwartz, Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. XI. Mittlg.: Die Wirkung des Jods auf Hefe. I. Biochem. Ztschr. **187**, 159 (1927).
16. Zusammengefaßt in Th. v. Fellenberg, Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. Ergebnisse der Physiologie **25**, 175 (1926).

Über die Notwendigkeit der Erforschung und Erhaltung der Getreidelandrassen im Hinblick auf ihre züchterische und wirtschaftliche Bedeutung.

Von Dr. h. c. Franz Schindler, Professor der Landwirtschaft a. D. an der Technischen Hochschule Brünn.

Seit rund einem halben Jahrhundert vollzieht sich in West- und Mitteleuropa ein nicht nur landwirtschaftlich, sondern auch kulturgeschichtlich bedeutsamer Vorgang, nämlich eine allmähliche, jedoch stetige Verdrängung der seit unvordenklichen Zeiten hier angebauten, primitiven Landrassen des Getreides, ein Vorgang, der im allgemeinen von Westen nach Osten fortschreitet. Wenn wir auch über die Einzelheiten der Erscheinung nur unzureichend unterrichtet sind, so läßt sich doch mit einiger Sicherheit aussprechen, daß sie zunächst in den von Natur und Kultur am meisten begünstigten Weizengebieten Englands Platz gegriffen hat, in jenen Gebieten, wo die durch Hallet und andere Züchter verbesserten Weizenformen die ursprünglich vorhandene Landrasse zu verdrängen begannen. Auf dem Kontinent konnten die alten englischen Züchtungen bekanntlich niemals Fuß fassen. Dagegen ist der Ende der sechziger Jahre im weniger milden Klima Südschottlands durch S. H. Shirreff aus einer Mutation gezüchtete Square-head-Weizen im Hinblicke auf die Verdrängung der Landrassen nicht nur seines Ursprungslandes, sondern auch in Westdeutschland, Dänemark und Südschweden von großer Bedeutung geworden und zwar schon seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Teils durch künstliche, teils durch natürliche Auslese sind aber aus dem ursprünglichen Square-head-Weizen sehr viele neue, besonders durch geringere Frostempfindlichkeit gekennzeichnete Formen hervorgegangen, welche im Osten bis über die Elbe hinaus, ja selbst in Böhmen und Mähren in einer Zuchtform (Leutewitzer Dickkopf) sich behaupten konnten. Keine andere westländische Getreidezüchtung hat unter den Weizenrassen so aufgeräumt wie der schottische Square-head. Dazu kam noch, daß die Squareheadformen in den östlichen Grenzgebieten ihrer Verbreitung zur Kreuzung mit den örtlichen Landweizen herangezogen wurden, und daß die so entstandenen Mischformen nun ihrerseits wieder zur Verdrängung der ersteren beigetragen haben. Nun darf man sich selbstverständlich nicht vorstellen, daß die Ausbreitung dieser und anderer, weniger wichtiger westländischer Weizenzüchtungen nach dem Osten auch nur einigermaßen gleichmäßig stattgefunden hätte. Dem stand schon die Natur der in Betracht kommenden Landgebiete entgegen. In Norddeutschland, östlich der Elbe, die zunehmende Kontinentalität des Klimas in Verbindung mit den daselbst vorherrschenden diluvialen Sandböden, in Mittel- und Süddeutsch-

land die deutschen Mittelgebirge in ihren höheren Lagen. In der Tschechoslowakei waren jene Intensivformen wiederum in den Randgebirgen Böhmens, in den höheren Lagen der mährisch-schlesischen Sudeten und des böhmisch-mährischen Hochlandes, sowie in den Westkarpathen, infolge des rauhen Klimas ausgeschlossen. Doch haben sich auch die Niederungen in Böhmen, Mähren (Hanna) und in der Slowakei wegen ihres schon stark hervortretenden kontinentalen Klimacharakters für die westlichen Intensivformen als wenig oder gar nicht geeignet erwiesen. Dasselbe gilt auch von dem an Südmähren sich anschließenden Marchfeld und erst recht von der großen ungarischen Tiefebene. In dem heutigen Österreich, welches mit Ausnahme des Marchfeldes und der wenig ausgedehnten Niederungen rechts der Donau, Gebirgs- bzw. Alpenland ist, konnten westliche Kulturformen überhaupt nicht recht Fuß fassen.

Bei dem Roggen hat die Verdrängung der primitiven Landrassen nicht in demselben Ausmaße und auch nicht so rasch Platz gegriffen wie bei dem Weizen. Da er, ungleich diesem, in Westeuropa nur eine vergleichsweise geringe Rolle spielte, war das Vordringen westlicher Züchtungsformen (z. B. des Zeeländers) nach Osten von keiner erheblichen Bedeutung. Doch hat der Vorgang auch bei ihm, seit dem Aufkommen einer strengen Auslese und der Individualzüchtung, d. h. seit den siebenziger Jahren des vorigen Jahrhunderts eingesetzt, wenn auch schon vorher der ostholsteinische verbesserte Probsteier in Deutschland eine weite Verbreitung erlangt hatte. Der größte Umschwung wird jedoch in den bezeichneten Jahren durch das Auftreten des von Lochow durch eine originelle Individualauslese aus dem Probsteier herangezüchteten Petkuser Roggens herbeigeführt, der hinsichtlich seiner derzeitigen Ausbreitung alle anderen Roggenzüchtungen weit hinter sich läßt. Er stellt in dieser Beziehung ein Analogon zu dem schottischen Squarehead dar, indem er zur Verdrängung der ursprünglichen Roggenlandrassen weitaus am meisten beigetragen hat. Daß die geographischen Areale des Petkusers mit seinen, derzeit schon sehr zahlreichen Zuchtformen, sich mit jenen des Dickkopfweizens nur teilweise decken, und daß der erstere einerseits viel weiter nach Osten ausgreift, aber auch in Hochlagen, die dem Weizen verschlossen sind, noch zu gedeihen vermag, ist eine Folge seiner, im Verhältnis zum Weizen geringeren Ansprüche. In diesen ungünstigen Lagen hat er sich, im Vereine mit anderen, durch Lokalzüchtung entstandenen Kulturformen, als Verdränger der ursprünglichen Landrasse am wirksamsten erwiesen.

Die Gerste hat sich, im Hinblick auf den in Rede stehenden Vorgang, eine gewisse Sonderstellung zu bewahren gewußt. Alle Versuche ihre ursprünglichen Landrassen in ihren Heimatgebieten durch ausländische, besonders westländische Zuchten (Chevalliergersten, Goldthorpe u. a.) zu ersetzen oder auch nur teilweise zu verdrängen, sind schließlich gescheitert. Sie sind, wie bei keiner anderen Getreideart, Gegenstand der Lokalzüchtung geworden, deren Erfolge sich um so sicherer einstellten, je sorgfältiger man darauf bedacht war, die angeborenen guten Eigenschaften der Landrasse (Frühreife, Widerstandsfähigkeit und Genügsamkeit) im Zuchtprodukte zu erhalten. Dieses Prinzip ist von dem Nestor unserer Pflanzenzüchter, Dr. h. c. Emanuel Proskowetz

konsequent eingehalten worden, mit dem Ergebnis, daß die nach ihm benannte Hannagerste sich derzeit einer Verbreitung erfreut, welche von anderen Züchtungen nicht annähernd erreicht wird.

Im allgemeinen ist der Typus der gezüchteten Gerstenlandrassen durch die Züchtung mit Ausnahme einer gesteigerten Korngröße und Kornqualität und einer sehr erhöhten Ausgeglichenheit in allen Belangen, nur wenig geändert worden, was mit der bei der Gerste in unserem Klima vorherrschenden Selbstbefruchtung zusammenhängt.

Beim Hafer liegt die Sache, obgleich auch er wesentlich Selbstbefruchter ist, anders. Der Wunsch, Massenerträge zu erzielen, wobei auf Qualität doch nicht so peinlich geachtet wird wie bei der Braugerste, steht hier im Vordergrund. Darum auch die „Wüchsigkeit" der meisten Haferzuchten, freilich auf Kosten der Kornqualität und mehr noch der des Strohes. Auch bei dem Hafer sind die primitiven Landrassen in fortdauerndem Zurückweichen begriffen, um so mehr, als die Haferzüchtung sich schon seit geraumer Zeit auch auf den „Gebirgshafer" geworfen hat (Fichtelgebirgshafer, Duppauer, Böhmerwäldler u. a.).

Der Vorgang der Verdrängung der primitiven Landrassen durch züchterisch verbesserte Kulturformen konnte hier des beschränkten Raumes wegen nur an einigen der wichtigsten Beispiele gezeigt werden. Doch erkennt man deutlich, daß, in den in Rede stehenden Gebieten, alle ursprünglichen Hauptgetreidearten, mit Ausnahme der Braugersten, in mehr oder weniger ausgedehntem Maße davon betroffen worden sind. Daß die Verdrängung in den Bezirken mit landwirtschaftlicher Hochkultur am weitesten fortgeschritten ist, so zwar, daß man in den meisten Fällen von einem nahezu völligen Verschwinden der Landrassen sprechen kann, ist eine Tatsache, die für unsere Zuckerrübendistrikte charakteristisch ist. Hier hat sich am frühesten das Bedürfnis nach Getreidezüchtungen geltend gemacht, welche, weit mehr als die Landrassen befähigt sind, die durch die Natur und Hochkultur geschaffene Gunst der Lage, besonders auch die reichliche Zufuhr von Kunstdünger voll auszunutzen und solcherart Rekordernten zu ermöglichen. Andererseits aber hat sich die Getreidezüchtung unserer Tage auch für von der Natur weniger begünstigte Lagen eingerichtet, wie wir dies an den obigen Beispielen von Roggen- und Haferzüchtungen gesehen haben, Ja selbst bei dem Weizen geht heute das Bestreben dahin, seinen Anbau durch Auslese und Züchtung relativ anspruchsloser Formen, in Gebiete mit leichten Böden oder aber in höhere Gebirgslagen, in denen sonst der Roggen herrschte, vorzuschieben. Bei dieser Sachlage dürfte auch in der Tschechoslowakei in wenigen Jahrzehnten der Punkt erreicht sein, wo unsere, von Züchtung unberührten Landrassen selbst in den ungünstigsten Lagen bis auf geringe Reste verschwunden sein werden.

Angesichts dieser Perspektive erhebt sich nun die wichtige Frage, ob uns das vor unseren Augen sich vollziehende Verschwinden unserer Landrassen gleichgültig sein kann oder ob es nicht viel mehr am Platze wäre, für sie eine Art von „Naturschutz" zu schaffen? Für ungeheure Areale der alten Welt, in denen primitive Kulturformen von Haustieren und Nutzpflanzen auch heute noch durchaus die herrschenden sind, ist diese Frage gegenstandslos, für unsere

europäischen Kulturländer mit stetig sich ausbreitender Hochkultur, ist sie dagegen, wie die obige Darstellung lehrt, zu einer brennenden geworden, denn hier hat die Erhaltung der Landrassen nicht nur eine ethische und wissenschaftliche, sondern auch eine hervorragend praktische Seite. Schon vom ethischen Standpunkt hat es seine Bedenken, diese, durch ihr Uralter ehrwürdigen Kulturformen, die die Menschheit im Laufe von Jahrhunderten ernährten und so die Grundlage für ihre Höherentwicklung schufen, spurlos untergehen zu lassen. Andererseits ist auch das wissenschaftliche Interesse, welches sich an ihre Erhaltung knüpft, ein nicht geringes, teilweise aus demselben Grunde, aus dem wir heutzutage auf den Naturschutz Wert legen, sodann aber auch, weil sie eine Entwicklungsstufe zwischen den Stammformen (Urformen) und den Hochkulturformen unserer Tage darstellen. Wenn jene Kulturformen verschwinden, so ist die Brücke, welche zu diesen führte, abgebrochen. Es ist leicht einzusehen, daß dadurch in dem Material für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte unserer Kulturpflanzen eine unausfüllbare Lücke entstehen müßte. Doch müssen wir uns bezüglich dieses Punktes mit diesen Andeutungen begnügen, da wir auf die landwirtschaftliche und züchterische Seite der Frage das Hauptgewicht zu legen haben.

Mit Genugtuung können wir darauf hinweisen, daß die Anregungen zur Erhaltung und Erforschung der Landrassen von dem Nestor unserer Pflanzenzüchter Dr. Emanuel Proskowetz und zwar bei dem internationalen land- und forstwirtschaftlichen Kongreß zu Wien im Jahre 1890 ausgegangen ist. Es geschah dies zu einer Zeit, wo unsere Landwirte, namentlich die fortschrittlichen, die Ansicht hegten, daß der Aufschwung des heimatlichen Getreidebaues am raschesten durch die Einführung fremder, besonders westländischer „veredelter" Getreidearten zu erzielen sei. Diese Ansicht lag um so näher, als die, allerdings vereinzelt gebliebenen Versuche, die örtliche Landrasse durch Veredelung nach dem Halletschen Prinzip der Steigerung der Wüchsigkeit zu verbessern, unter unserem kontinentalen Klima nur Mißerfolge zeitigten. Ähnliche Mißerfolge traten aber bei den um diese Zeit von den Rübenwirtschaften Böhmens und Mährens eingeführten Square-head-Weizen ein, denn sie waren dem kontinentalen Klima noch weniger angepaßt, als die zur Wüchsigkeit und Reifeverzögerung getriebenen einheimischen Landrassen. Wenn E. Proskowetz in diesem Zeitpunkte für die Erhaltung und vorsichtige züchterische Verbesserung der Landrassen unter Vermeidung von Wüchsigkeit eintrat, so beweist dies, daß er seinen damaligen Berufsgenossen, welche das ökologische Moment nicht genügend zu würdigen wußten, weit voraus war. Kein Wunder also, daß die von ihm auf jenem Kongresse gegebenen Anregungen nicht das richtige Verständnis fanden. Es ist dies um so mehr zu bedauern, als der Genannte in seinem Referate bereits ein Programm für die Erforschung der Landrassen entworfen hatte, welches in nicht wenigen Punkten in geradezu überraschender Weise unsere neuesten wissenschaftlichen Anschauungen über diesen Gegenstand antizipierte. So mutet es ganz modern an, wenn er, nebst der Beobachtung der phaenologischen Verschiedenheiten der Landrassen, auch das Studium der „Rhythmik ihrer Vegetationsphasen" empfiehlt, ferner die Vermutung ausspricht, „daß sehr stabile (d. h. ökologisch vollkommen

angepaßte) Rassen ihre biologischen Eigenschaften mit den Vertretern der natürlichen Florengebiete, in denen sie leben, teilen werden", des weiteren, wenn er eine genaue Umschreibung der Rassenwohnstätten und eine möglichst genaue Bestimmung der Rassengrenzen" fordert. Wünsche und Forderungen, welche auch derzeit noch nicht Gemeingut der pflanzenbaulichen Forschung geworden sind, sich in neuester Zeit jedoch immer mehr und mehr durchzusetzen beginnen. Ebenso modern, d. h. unseren neuesten Anschauungen gemäß, ist jener Teil des Programms, welcher sich mit dem Studium der morphologisch-physiologischen Merkmale der Landrassen im einzelnen beschäftigt. wobei die Notwendigkeit, diese Studien in den Heimatgebieten jeder Rasse durchzuführen, betont wird, d. h. also nicht vergleichsweise an einem Orte, weil in letzterem Falle durch Anpassung bedingte Modifikationen nicht zu vermeiden wären. Ferner wird in Anlehnung an die schon damals in Angriff genommenen Untersuchungen typischer Zuckerrübenzuchten auf vergleichend anatomischer Grundlage[1]), ein Gleiches auch bei den Getreidelandrassen empfohlen, eine Forschungsrichtung, die in neuerer und neuester Zeit von W. Kolkunoff, W. Heuser u. a. zur Anerkennung ihrer Bedeutung gelangt ist. Auch das Studium des Korrelationsproblems mit besonderer Rücksicht auf die Unvereinbarkeit wertbildender Eigenschaften, ist bereits in Betracht gezogen; desgleichen auch die Frage der relativen Immunität der Landrassen gegenüber gewissen Schädlingen (Chlorops u. a.).

Man sieht, daß das Programm, im Hinblick auf die leitenden Gesichtspunkte, der Zeit, in der es entstand, recht weit vorangeeilt war, denn die Fragen die es behandelt, gehören zu den modernsten mit denen sich die pflanzenbauliche Forschung derzeit beschäftigt.

Um aber der gestellten Aufgabe der Erhaltung und Erforschung der Landrassen gerecht zu werden, ist eine vorherige Inventarisierung und monographische Beschreibung derselben nach einheitlichen Gesichtspunkten erforderlich. Nach dem gleichen Prinzip sollte auch die Leistungsfähigkeit, der Gebrauchs- und Zuchtwert der Landrassen in ihren Heimatgebieten ermittelt werden. Endlich wurde durch Dr. Proskowetz auch die Errichtung von Versuchsstationen für die Züchtung landw. Kulturpflanzen vorgeschlagen. Bekanntlich sind wissenschaftliche Institute für „Vererbungslehre", die sich auch dieser Aufgabe widmen, seit Aufkommen des Mendelismus in allen Kulturländern begründet worden. Dagegen ist eine systematische Inventarisierung und monographische Beschreibung der Landrassen bis heute ein frommer Wunsch geblieben.

Das in Rede stehende Kongreßreferat hatte den Gegenstand in so erschöpfender Weise behandelt, daß dem Korreferenten, d. h. dem Schreiber dieser Zeilen, nicht mehr viel zu sagen übrig blieb. Seine ergänzenden Ausführungen bezogen sich auf das zu jener Zeit noch sehr vernachlässigte Studium des Einflusses der

[1]) Zur Charakteristik typischer Zuckerrübenzuchten, I., auf anatomischer Grundlage von Prof. F. Schindler; II., in physiologischer und biologisch-morphologischer Hinsicht von E. Proskowetz. Österr.-Ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft IV. Jahrg. 1889.

Umwelt (Klima, Boden, Kultur) auf die Ausgestaltung und die Werteigenschaften der Landrassen mit besonderer Berücksichtigung des Getreides, speziell des Weizens. Mit der Biologie des letzteren, im Zusammenhange mit seiner Kornqualität, hatte sich Verfasser schon seit Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts eingehend beschäftigt und die Ergebnisse seiner Untersuchungen später in einer umfassenden Arbeit niedergelegt[1]). Einige derselben, welche den tiefgreifenden Einfluß des Klimas auf die vorerwähnten Eigenschaften betrafen, wurden in das Korreferat herübergenommen, doch wurde auch des Faktors Boden gedacht, der, obzwar von keiner so allgemeinen Bedeutung wie das Klima, doch in sehr erheblicher Weise die Verbreitungsgrenzen biologischer Formen mitbestimmt. Besonders ist dies unter primitiven Zuständen der Fall, wie z. B. im Gebiete der Russischen Schwarzerde, welche bekanntlich Weizenrassen von hervorragender Kornqualität erzeugt, die nicht nur ein Produkt des extrem kontinentalen Klimas, sondern auch der eigentümlichen, jedoch wiederum durch das Klima bedingten Bodenart ist. Aber selbst dort vermag schon eine etwas bessere Bodenbearbeitung, vor allem ein tieferes Pflügen, diese Eigenschaft zu modifizieren, indem dadurch der Ertrag und die Dimensionen der Körner vergrößert werden, während die Qualität, d. h. der Reichtum an hochwertigen Kleberproteïnstoffen eine Herabminderung erfährt. Noch beträchtlicher gestalten sich gewisse Abänderungen, besonders in Richtung zunehmender Wüchsigkeit, wenn zu der gründlichen Pflugarbeit eine regelmäßige, freilich nur sehr selten geübte Düngung und sonstige Pflege hinzutritt. So sehen wir, daß im Gebiete der Schwarzerde selbst, wieder mehr oder weniger scharf umrissene Areale mit besonders gekennzeichneten Weizenformen hervortreten, deren Vorhandensein im wesentlichen auf die Kulturart des Weizens zurückzuführen ist.

Das Korreferat brachte also, wie man sieht, Erwägungen, welche ihrem Wesen nach jener Forschungsrichtung angehören, die wir heute als ökologisch-pflanzengeographische bezeichnen, einer Richtung, welche auf pflanzenbaulichem Gebiet erst in neuester Zeit Beachtung zu gewinnen beginnt.

Wenn auch die Erstattung der in Rede stehenden Referate auf jenem Kongresse beifällig aufgenommen wurde, so hatte dies weiter keine Folgen, da die Landrassenfrage, so wie sie damals zur Verhandlung stand, völlig in Vergessenheit zu geraten schien. Das änderte sich erst, nachdem der Mendelismus und der von W. Johannsen begründete Begriff der „reinen Linien" sich im Anfange dieses Jahrhunderts in der Praxis der Pflanzenzüchtung auszuwirken begannen. Namentlich hatte die Bastardierung mit dem Ziele der Kombination guter väterlicher und mütterlicher Eigenschaften (Kombinationszüchtung) die Aufmerksamkeit auf die Landrassen, besonders des Getreides gelenkt, von denen man aus reicher Erfahrung wußte, daß sie bezüglich Widerstandsfähigkeit gegen Kälte und sommerliche Trockenheit, in vielen Fällen aber auch gegen gewisse Pflanzenkrankheiten, den sog. Züchtungsrassen überlegen sind. Andererseits aber besitzen die letzteren, in Anpassung an ihre westländische Heimat und als Folge ihrer züchterischen Verbesserung eine weit größere, durch Hochkultur noch gesteigerte Ertragsfähigkeit. Was lag nun näher als der Versuch, diese hoch-

[1]) Vgl.: Der Weizen in seinen Beziehungen zum Klima. Verlag Paul Parey, Berlin 1893.

wichtige Eigenschaft mit der Widerstandsfähigkeit der Landrasse zu kombinieren? Dazu kam noch, einerseits die größere Lagerfertigkeit der (westländischen) Hochzuchten, andererseits die i. d. R. höhere Kornqualität der Primitivrassen. Endlich sollten die ersteren durch die Einkreuzung auch frühreifer gemacht werden, um sie dem kontinentalen Klima besser anzupassen. Auch die größere, vielen Landrassen eigentümliche Widerstandsfähigkeit gegenüber manchen Schädlingen (z. B. Chlorops bei Weizen) kam in Betracht.

Eine sehr große Anzahl von Kreuzungszuchten, insbesondere bei dem Weizen, verdankt ihre Entstehung diesen kombinatorischen Tendenzen. Wenn sich auch die großen Hoffnungen, die man an dieses Züchtungsverfahren knüpfte, nur zum Teil verwirklichten — handelt es sich doch zumeist um die Vereinigung von Eigenschaften, die zueinander in einem gewissen physiologischen Gegensatze stehen — so muß doch zugestanden werden, daß auf diesem Wege sehr erhebliche praktische Erfolge erzielt worden sind. Es mag in dieser Beziehung nur an die Weizenkreuzungen Nilsson-Ehles in Südschweden und E. Tschermaks in Nieder-Österreich bzw. Mähren erinnert werden. Dieselben haben, in den ihnen zusagenden Gebieten, zur Erhöhung der Flächenerträge des Weizens wesentlich beigetragen. Auch andere Züchter haben, wieder vornehmlich bei Weizen, zu diesem Verfahren gegriffen und damit anerkennenswerte Erfolge erzielt, worauf hier des Raummangels wegen, nicht eingegangen werden kann. Naturgemäß wird die Kombinationszüchtung mit Zuhilfenahme von Landrassen die größte praktische Bedeutung in den klimatischen Übergangsgebieten zwischen dem Westen und Osten Europas erlangen, zu denen auch die Tschechoslowakei gehört. Hier ist die natürliche Voraussetzung für jenes Verfahren gegeben, und tatsächlich ist demselben auf der hierselbst im Jahre 1926 stattgehabten Weizenenquete von sachkundiger Seite das Wort geredet worden.

Erwägt man die vorstehenden Erörterungen, so ergibt sich, daß wir die Landrassen, und das gilt nicht nur für den Weizen sondern für alle Hauptgetreidearten, schon mit Rücksicht auf die praktische Bedeutung der Kombinationszüchtung nicht entbehren können und alles tun müssen, um sie in ihren Heimatgebieten in ihrer Ursprünglichkeit zu erhalten und zwar, wenngleich nur auf kleinen Flächen, auch in den Gebieten der Hochkultur, um ein für dieses Zuchtverfahren vollkommen angepaßtes Material zur Hand zu haben. Selbst hier würde das Verschwinden der Landrasse einen schwer zu ersetzenden Verlust bedeuten.

Merkwürdigerweise hat man diese Gefahr erst dann schärfer ins Auge gefaßt, als die sog. Immunitätszüchtung in den Vordergrund des Interesses trat. So hat Prof. E. Baur, anscheinend ohne Kenntnis der von E. Proskowetz schon 1890 gegebenen Anregungen, im Jahre 1914 die Sammlung, Erhaltung und züchterische Bearbeitung der primitiven Landrassen hauptsächlich von diesem Gesichtspunkte aus empfohlen. Er beantragte, diese Aufgaben wissenschaftlichen Instituten zu übertragen, welche für den praktischen Züchter die rein wissenschaftliche Vorarbeit zu leisten hätten, eine Forderung, die sich mit den von E. Proskowetz seinerzeit gemachten Vorschlägen zur Schaffung wissenschaftlicher Zuchtstationen im wesentlichen deckt und der man seither fast in allen Kulturländern nachgekommen ist.

Nun haben sich in neuester Zeit die Versuche, Immunitätszüchtung im engeren Sinne, d. h. zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten (Rost, Brand, gewisse Insektenschäden, besonders Chlorops usw.) zu betreiben, außerordentlich vermehrt, und man war dabei, wie schon Baur, von der Voraussetzung ausgegangen, daß den Landrassen als Ausgangspunkt dieser Bestrebungen ein besonderer Wert zuzuschreiben wäre. Doch haben sich die darauf gesetzten Hoffnungen, wie zahlreiche Beobachtungen lehrten, in vielen Fällen nicht erfüllt. So waren z. B. die Bastarde, welche E. Tschermak, der ebenso wie Baur für die Sammlung und Erhaltung der Landrassen eingetreten war, zwischen dem Kulturweizen und dem syrischen Wildweizen (Triticum dicoccoides) erzielte, in ihrer Fruchtbarkeit geschwächt, nicht winterhart und stark mit Gelbrost befallen. Ein ursprünglich durch Aaronsohn in Palästina gesammelter Wildweizen der gleichen Art hat sich, nach mehrjährigem Anbau in Mähren, bei Brünn, durch den Verfasser, ebenso rostanfällig erwiesen wie im vorerwähnten Falle. Dasselbe ergab sich nach eigenen Beobachtungen bei der Übertragung typischer Steppenweizen in das ganz anders geartete Klima der ehemaligen russischen Ostseeprovinzen. Und doch sind diese östlichen Ur- und Kulturformen in ihrer Heimat durch große Widerstandsfähigkeit wie gegen Rost so auch gegen Steinbrand ausgezeichnet. Anfällig werden sie erst, wenn sie in eine ökologisch ganz andere Umwelt übertragen werden. Und so verhält es sich in ungezählten anderen Fällen. Tatsache ist auch, daß das Anfälligkeitsverhältnis derselben Kulturformen an verschiedenen Anbauorten ein sehr verschiedenes sein kann. Die Schwierigkeiten der Immunitätszüchtung sind auch noch anderer Art, doch kann hier darauf nicht näher eingegangen werden. Wer sich dafür interessiert, findet in des Verfassers Handbuch des Getreidebaues III. Auflage, S. 264 u. ff. eine zusammenfassende Darstellung des Gegenstandes.

Jedenfalls ergibt sich bereits aus dem oben Gesagten, daß die Immunitätszüchtung doch viel komplizierter ist, als man sich früher vorgestellt hatte. Man hatte eben, in Übertreibung des mendelistischen Standpunktes, die Macht der Vererbung überschätzt und die Wirkungen der Umwelt auf den Grad der Widerstandsfähigkeit unterschätzt. Nach welcher Richtung und inwieweit die Landrassen bei der Immunitätszüchtung in dem erwähnten engeren Sinne eine Rolle spielen werden, kann erst die Zukunft lehren.

Nach der herrschenden Mendelistischen Anschauung liegt also der Wert der Landrassen hauptsächlich in ihrer mehr oder weniger großen Tauglichkeit, als Material für Kombinationszüchtungen zu dienen. In den von der Natur begünstigten Gebieten mit Hochkultur dürfte dies auch seine Richtigkeit haben. Doch sind nicht nur im fernen Osten unseres Kontinents sondern auch in Mitteleuropa, so namentlich auch in der Tschechoslowakei, von den Alpenländern ganz abgesehen, noch sehr ansehnliche durch die Ungunst der Natur und durch die Extensität ihres landwirtschaftlichen Betriebes gekennzeichnete Gebiete vorhanden, in denen die dort einheimischen, bisher noch von keinem züchterischen Eingriff berührten Landrassen sich auch in Zukunft als unentbehrlich erweisen werden. Namentlich handelt es sich hier um die hohen und rauhen Lagen in den Gebirgen und Plateaulandschaften, sodann aber auch um die östlichen Trockengebiete mit jäh ansteigenden Sommertemperaturen. Es sind dies Gebiete, in

denen die westlichen Hochzuchten vollkommen versagen und auch die Kombinationszüchtungen mit Hilfe der letzteren zum Zwecke der Ertragssteigerung wegen klimatischer Ungunst (Verkürzung der Vegetationsperiode, Frost einer-, sommerliche Hitze und Trockenheit anderseits) nicht mehr am Platze sind. Hier leistet die der Umwelt vollkommen angepaßte Landrasse naturgemäß das Beste.

Wenn wir nun die Frage stellen, wie es zu dieser Anpassung gekommen ist, so liegt die Erklärung hierfür zunächst in der langen Zeitdauer, welche ihnen zu Gebote stand, um sich mit der Umwelt in Übereinstimmung zu setzen. Zweifellos aber wurde die Anpassungsfähigkeit, speziell an die Veränderlichkeit der klimatischen Elemente, welche in den vorgenannten Gebieten stets viel größer ist als im Westen, durch die Linienmischungen, woraus die Landrasse besteht, sehr gefördert, ja vielleicht erst möglich gemacht. Bekanntlich ist die Anzahl der Linien, d. h. der elementaren oder kleinen Arten hier eine sehr viel größere als bei den Hochzuchten, die i. d. R. nur aus einigen wenigen Linien bestehen. Jede Linie zeichnet sich durch ihre morphologisch-biologischen Besonderheiten aus, durch welche sie sich, wenn auch oft kaum merklich, von den anderen unterscheidet. Es gibt Linien, welche der Trockenheit und der Kälte besser widerstehen als andere. Die anderen wissen dafür die Wärme und Feuchtigkeit besser auszunutzen als die vorgenannten. Es gibt Linien mit verschiedenem Entwicklungsrhythmus, verschiedener Reifezeit, verschiedener Resistenz gegen pilzliche Angriffe usw. Kurz für jede der unendlich wechselnden Lebenslagen gibt es Linien, die bald jener oder dieser besser angepaßt sind. Dadurch aber wird in der Population, d. h. in der Gesamtheit der Linien, ein gewisser Ausgleich geschaffen, der sich, praktisch genommen, in der größeren Sicherheit der Erträge im Verhältnis zu jenen der Hochzuchten, die nur aus wenigen Linien bestehen, auswirkt. Die Widerstandsfähigkeit der Landrassen gegen Temperaturexzesse und Wetterunbilden aller Art, ist hauptsächlich auf diesen Umstand zurückzuführen. Deshalb kann der Eingriff zum Zwecke züchterischer Verbesserung nicht vorsichtig genug geschehen. Die naturgemäße Linienmischung darf nicht zerstört werden, wenn man die Landrasse in ihren züchterischen Vorzügen erhalten will. Es tut nicht gut, der Natur allzusehr ins Handwerk zu pfuschen, denn sie rächt sich dafür. Eine große Anzahl von züchterischen Mißerfolgen sind unserer Überzeugung nach auf die Außerachtlassung jenes Grundsatzes zurückzuführen. Des weiteren ist auch jede Zuchtmaßregel, welche auf direkte Ertragsteigerung durch vermehrte Wüchsigkeit und damit auf Verlängerung der Vegetationsperiode hinausläuft, auszuschließen. Dieser Fehler wurde und wird noch immer gemacht und rächt sich unter den gedachten ungünstigen Umweltsverhältnissen unweigerlich.

Von den obigen Erwägungen geleitet, habe ich bereits vor längerer Zeit auf den Wert der sog. negativen Auslese am Standorte der Landrasse hingewiesen. Sie besteht zunächst darin, daß man bei der Reinigung und Sortierung des Saatgutes auf die Ausscheidung aller Körner unter Mittelgröße besonderes Gewicht legt, weil dies eine der grundlegenden Bedingungen jeder

Ertragssteigerung ist. Weiterhin muß der Bestand, der aus einem so sortierten Saatgut erwachsen ist, vor der Ernte einer strengen Musterung unterzogen werden, wobei solche Formen, die sich als spätreif, als fehlerhaft (schlechter Ährenbesatz!), als anfällig oder ihrer Gesamtanlage als Schwächlinge erweisen, sorgfältig auszuscheiden sind. Selbstredend kann dies nur auf kleinen, zur Saatgutvermehrung bestimmten Flächen geschehen. Es erleidet keinen Zweifel, daß die solcherart praktizierte negative Auslese schon für sich allein, besonders aber in Verbindung mit verbesserter Kultur, praktisch recht erhebliche Erfolge zu zeitigen vermag. In einem, von der Natur gegebenen, extensiven Betriebe wird es geraten sein, sich mit dieser Auslesearbeit vorläufig zu begnügen. Eigentliche Züchtung wird nur nach Maßgabe der Hebung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage am Platze sein und sie wird sich auf eine Verbesserung innerhalb der bodenständigen Landrasse beschränken müssen, da das Herumexperimentieren mit von auswärts eingeführten Kulturformen oder Züchtungen doch nur in Ausnahmefällen zu einem dauernden Erfolge führen dürfte.

Ob Formentrennung (Linienzüchtung) sich unter den gedachten Umständen bewähren wird, darf nach dem oben Gesagten bezweifelt werden. Jedenfalls aber ist in diesem Falle das nachträgliche „Zusammenlegen" der, nach mehrjähriger Beobachtung, als leistungsfähig erkannten Formen zu empfehlen, ein Verfahren, welches derzeit bekanntlich schon häufig praktiziert wird und zu guten Erfolgen geführt hat. Ob diese künstlich wiederhergestellten Linienmischungen hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit in der oben bezeichneten Richtung dasselbe oder gar Besseres zu leisten im Stande sind als die ursprünglichen Populationen, muß erst die Erfahrung lehren.

Bastardierung, jedoch in der Regel nur innerhalb der Rasse, wenn Vereinigung nach Linien getrennter guter Eigenschaften wünschenswert erscheint, ist nicht ausgeschlossen. Vereinzelt können hier auch aus der Fremde zu diesem Zweck eingeführte, widerstandsfähige Kulturformen oder Zuchten von Nutzen sein.

Bei dem Roggen, der als Fremdbefruchter der Linienzüchtung und künstlichen Bastardierung ohnehin besondere Schwierigkeiten entgegensetzt, führt schon die einfache Massenauslese, wie die Erfahrung lehrt, zu praktisch sehr beachtenswerten Ergebnissen. Aber selbst hier bedarf es bei der Durchführung einer sachkundigen Leitung, da, wenn sie Laienhänden anvertraut wird, nur allzuleicht Auslese nach Wüchsigkeit, d. h. Spätreife und anderen unerwünschten Eigenschaften die Folge ist.

Die obigen Betrachtungen haben gezeigt, daß die Landrassen nicht nur in Westeuropa, sondern auch in großen Gebieten Mitteleuropas in raschem Dahinschwinden begriffen sind und daß ihre Existenz selbst in den von der Natur wenig begünstigten Lagen bedroht ist. Wird dem nicht Einhalt getan, so wird die Pflanzenzüchtung, namentlich die des kontinentalen Ostens, die, schon der Kombinationszüchtung wegen, auf die primitiven örtlichen Kulturformen angewiesen ist, einen unersetzlichen Verlust zu beklagen haben. Andererseits aber ist die Erhaltung der Landrassen um ihrer selbst willen eine Notwendigkeit überall dort, wo die Ungunst der Lage den Anbau anspruchsvollerer Züchtungen unmöglich oder unsicher macht. Daß eine Verbesserung der Landrasse auch hier nicht ausgeschlossen ist, erleidet keinen Zweifel, doch sind züchterische

Eingriffe in diesem Falle nur unter Schonung der Eigenart (Linienmischung) derselben und unter strengster Vermeidung von Wüchsigkeit gerechtfertigt.

Noch ein Punkt, der oben nur gestreift werden konnte, bedarf der Hervorhebung, nämlich die Qualität der von der Landrasse erzeugten Produkte. Bekanntlich ist die Kornqualität der Züchtungen umsomehr zurückgegangen, je mehr und je einseitiger auf Ertrag hingearbeitet wurde. Am deutlichsten zeigte sich dies bei dem Weizen und hier wieder besonders bei den auf Massenproduktion gezüchteten Square-head-formen. Aber auch jede auf Ertrag gezüchtete Landrasse läßt diese Erscheinung unverkennbar hervortreten. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die größte Menge hochwertiger Kleberproteïnstoffe nur unter einem ausgesprochen kontinentalen Klima und auf jungfräulichem Boden produziert wird. Vom Roggen gilt ähnliches. Hochkultur und Züchtung haben seine Qualität nicht verbessert. Auch bei ihm scheint letztere an ursprüngliche Zustände gebunden zu sein. So liefert z. B. der Staudenroggen der mährischen Walachen, der in den Hochlagen der Beskiden unter dem Namen Křibica gebaut wird, ein Brot, welches an Wohlgeschmack und wahrscheinlich an Nährwert besonders hoch steht. Dasselbe läßt sich auch vom Sommerrogen an der oberen Grenze seines Anbaues in den Alpen sagen. Was von den beiden Brotfrüchten gilt, gilt auch vom Hafer. Die auf Massenertrag gezüchteten Formen stehen den Landhafern, namentlich den Gebirgshafern, an Qualität nach. Und so verhält es sich auch hinsichtlich des Futterwertes des Strohes, und zwar nicht nur beim Hafer allein. Auch die Gerste macht, sofern das Korn als menschliches Nahrungsmittel verwendet wird, was wiederum in hohen Gebirgslagen und Hochländern, wo anderes Getreide nicht mehr gebaut werden kann, der Fall ist, darin keine Ausnahme. Bei der Braugerste steht die Sache bekanntlich anders. Der Raummangel gebietet es, daß wir uns mit diesen wenigen Bemerkungen über Qualität begnügen müssen.

Sicherlich wird dem Mengenertrag des Getreides unter den derzeitigen wirtschaftlichen Verhältnissen eine weit größere Beachtung zu schenken sein als der Güte des Produktes, doch darf in der Vernachlässigung der letzteren nicht zu weit gegangen werden. Speziell bei dem Weizen macht sich dies immer mehr und mehr fühlbar. Daher auch die Bestrebungen der Züchter, nicht nur auf Mengenertrag, sondern auch auf Qualität hinzuarbeiten. Doch scheint es zweifelhaft, ob damit wirklich bedeutende und dauernde Erfolge zu erzielen sind.

Wir sehen demnach, daß die Landrassen nicht nur hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit und Genügsamkeit, sondern auch bezüglich der Güte ihres Produktes so Eigenartiges und Wertvolles leisten, daß ihre Erhaltung auch aus diesem letzteren Grunde gerechtfertigt erscheint.

In der vorstehenden Abhandlung haben wir uns bemüht, den Wert und die Bedeutung der Landrassen in großen Zügen darzulegen und zu begründen. Mußten auch weitere Ausführungen infolge Raummangels unterbleiben, so glauben wir doch gezeigt zu haben, daß ihre Erhaltung und Erforschung eine zeitgemäße und, mit Rücksicht auf ihr Dahinschwinden, auch sehr dringliche Angelegenheit ist. Wir sind der Ansicht, daß unsere Landrassen es wohl wert sind, als Forschungsobjekt an sich, zunächst ohne Nebenrücksichten, ins Auge gefaßt und in Bearbeitung gezogen zu werden, mit allen Hilfs-

mitteln, welche die moderne Wissenschaft vom Pflanzenbau an die Hand gibt. Je gründlicher und sachkundiger wir hierbei zu Werke gehen, desto eher dürfen wir hoffen, auch der landwirtschaftlichen Praxis wertvolle Dienste zu leisten. Außer den derzeit üblichen rassenbiologischen Ermittlungen darf eine möglichst genaue Charakteristik des Wohngebietes der Landrasse, auf ökologisch-pflanzengeographischer Grundlage, nicht außer Acht gelassen werden. Erst dadurch kann die Landrasse in ihrer Bedingtheit von den Umweltsfaktoren erfaßt werden und erst dadurch gewinnt der Begriff der „Anpassung an die Scholle" einen tieferen Sinn. Es ist selbstverständlich, daß eine kartographische Festlegung der Areale und der Verbreitungsgrenzen der Landrasse nach vereinbarten, einheitlichen Gesichtspunkten angestrebt werden soll, denn nichts ist geeigneter den Sachverständigen über das ökologische Moment der Landrasse im allgemeinen zu orientieren als eine derartige graphische Veranschaulichung.

Manche schätzenswerte Vorarbeit zur Kenntnis der Getreiderassen, abgesehen von den hierfür sehr belangreichen Erfahrungen praktischer Landwirte, ist schon geleistet, sowohl im Auslande als in unserer Heimat. Es sei in letzterer Beziehung an die zum Zwecke ihrer Zuchttauglichkeit eingeleiteten Untersuchungen der mährischen Hannagerste erinnert, zu denen der Anstoß durch den Nestor unserer Pflanzenzüchter, Dr. E. Proskowetz schon vor einem halben Jahrhundert gegeben wurde; des weiteren an den zu demselben Zwecke untersuchten, alten böhmischen Wechselweizen und an den Duppauer Hafer. In derselben züchterischen Absicht hat man später den Weizen aus der mährischen Hanna, aus Südmähren und aus der Slowakei zu studieren begonnen usw.

Aber erst in neuester Zeit macht sich das Bestreben geltend, diese Untersuchungen nach einheitlichen, wissenschaftlichen Gesichtspunkten durchzuführen und zusammenzufassen. Wertvolle Aufschlüsse hat in dieser Beziehung die von der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft im März 1927 veranstaltete Weizen-Enquete gegeben, bezüglich welcher auf die „Mitteilungen" derselben, Bd. III, Heft 4 verwiesen werden muß. Unter den Vorträgen, die aus diesem Anlasse gehalten wurden, ist das von Prof. Dr. K. Chemlař erstattete Referat schon deshalb besonders bemerkenswert,weil darin bereits die Richtlinien für eine moderne rassenbiologische Durchforschung des Landweizens und des Getreides überhaupt gekennzeichnet sind.

Im selben Geiste der Vereinheitlichung und Zusammenfassung, jedoch nach teilweise anderen Gesichtspunkten und unter besonderer Berücksichtigung des ökologisch-pflanzengeographischen Momentes, ist man in den letzten Jahren in Preußisch-Schlesien vorgegangen, um das Landrassenproblem und die Sortenfrage überhaupt einer wissenschaftlichen Lösung zuzuführen.

Sowohl bei uns als auch in Preußisch-Schlesien ist die Initiative in dieser Richtung von den landwirtschaftlich-wissenschaftlichen Instituten, bzw. von deren Leitern im Vereine mit den landwirtschaftlichen Korporationen (Landeskulturräten, bzw. Landwirtschaftskammern, landw. Vereinen und Saatzuchtvereinen) ausgegangen.

In dem Alpenlande Österreich, wo die Getreidelandrassen naturgemäß von ganz hervorragender Bedeutung sind, ist das Studium derselben zunächst

bezüglich ihrer Zuchttauglichkeit von der Samenkontrollstation in Wien, später aber auch, um ihrer selbst willen, von einzelnen für den Gegenstand begeisterten Persönlichkeiten betrieben worden. Die ökologisch-pflanzengeographische Seite der Forschung ist hier nicht nur nicht vernachlässigt worden, sondern sie hat daselbst sozusagen eine Wiedererweckung erfahren, nachdem sie, trotz der bei dem Wiener land- und forstwirtschaftlichen Kongresse im Jahre 1890 gegebenen diesbezüglichen Anregungen, in Vergessenheit geraten war.

Literatur:

Hier sind nur einige, auf den obigen Gegenstand unmittelbar Bezug nehmende Arbeiten berücksichtigt. Auf Vollständigkeit mußte schon des Raummangels wegen verzichtet werden. Die Arbeiten sind nach der Zeitfolge, in der sie erschienen sind, angeordnet.

Proskowetz, E. u. Schindler, F.: Welches Wertverhältnis besteht zwischen den Landrassen landw. Kulturpflanzen und den sog. Züchtungsrassen? Referate, erstattet bei dem internationalen land- und forstwirtschaftlichen Kongreß in Wien 1890. Sektion I, Subsektion Pflanzenbau. Verlag d. österr. Landwirtschafts-Gesellschaft in Wien.

Proskowetz, E.: Nutation und Begrannung in ihren korrelativen Beziehungen und als züchterische Indices bei der Gerste. Landw. Jahrbücher XXII, 1893. (Viele Beobachtungen bei der Landrasse.)

Macalík, B.: Die Hannagerste, ihre Varietäten und deren Kultur in der Hanna. Prerau 1900.

Mackowick, H.: Die Hannagersten in ihrer Heimat. Deutsche Landw. Presse. Berlin 1912, Nr. 45.

Kießling, L.: Über die züchterische Bearbeitung der Landesorten in Bayern. Beiträge zur Pflanzenzucht. 1912, Heft II.

Servit, M.: Die züchterische Bearbeitung des Wechselweizens, Monatshefte für Landwirtschaft, 1913.

Baur, Erwin: Die Bedeutung der primitiven Kulturrassen und der wilden Verwandten unserer Kulturpflanzen für die Pflanzenzüchtung. Jahrbuch d. D. L. G. in Berlin, 1914, Bd. 27.

Pammer, G.: Die praktischen Erfolge der Landesgetreidezuchtaktion in Niederösterreich. Wiener landw. Zeitung, 1914, Nr. 69 u. 70.

Tschermak, E.: Über die Notwendigkeit der Sammlung und Erhaltung unserer bewährten, noch unveredelten Getreiderassen. Wiener landw. Zeitung, 1915, Nr. 4.

Schindler, F.: Einige Bemerkungen über die züchterische und wirtschaftl. Bedeutung der Landrassen unserer Kulturpflanzen. Deutsche landw. Presse 1918, Nr. 25.

Kraus, C., und Kießling L., Die Landsortenzüchtung in Bayern. Deutsche landw. Presse 1918, Nr. 40.

Jelinek, J.: Nächste Aufgaben der Pflanzenzüchtung u. Sortenprüfung. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung VII (1919).

Stehlík, V., a Tymich, V.: Šlechtitelský význam variet a typů, které skládají červenou českou přesivku. (Züchterische Bedeutung der Varietäten und Typen, welche den roten böhmischen Wechselweizen zusammensetzen), Zeměděl̆ský Archiv, Prag 1920, Nr. 9 u. 10.

Werneck-Willingrain, H. L.: Der Sortenbau auf pflanzengeographischer Grundlage, Wiener landw. Zeitung, 1922. Nr. 67/68.

Derselbe: Der Pflanzenbau in Niederösterreich auf naturgesetzlicher Grundlage. Mit besonderer Berücksichtigung der Pflanzengeographie. Edda-Verlag, Leipzig, Zürich Wien 1924.

Derselbe: Der Getreidebau auf pflanzengeographischer Grundlage. Ztschr. „Pflanzenbau", Jahrg. 1924/25, Nr. 23, 24 u. Jahrg. 1925/26, Nr. 1.

Mayr, Erwin: Getreidebau und Getreidesorten im salzburgischen Salzachtal. Botan. Archiv B. VIII (1924).

Duckart, J.: Der Wert der Landsorten für die Pflanzenzüchtung, „Pflanzenbau", Jahrg. 1924/25, Nr. 24.

Oberstein-Breslau, Der Sortenbau auf pflanzengeographischer Grundlage. Vorarbeiten zu einer Planwirtschaft für die Prov. Ober- u. Niederschlesien, „Angewandte Botanik", VI (1925).

Derselbe: Ein Beitrag zur Planwirtschaft (Über die ökologische Anpassung einiger Getreidearten) „Angewandte Botanik", VII (1925).

Derselbe: Der Saatenkatalog der Schlesischen Saatgut A.-G., „Pflanzenbau" 1925/26, Nr. 10.

Eibl, A.: Getreidebau und Getreidelandsorten im Lungau (Salzburg), Fortschritte der Landwirtschaft, 1. Jahrgang 1926.

Tschermak, E.: Einige moderne Fragen auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung, Wiener landw. Zeitung, 1926, Nr. 36 u. 37.

Schindler, F.: Über einige Probleme der Getreidezüchtung, Wiener landw. Zeitung, 1926, Nr. 47.

Vědecká anketa o zvýšeni produkce a kvality pšenice v, RČS. (Wissenschaftl. Enquete über die Erhöhung der Produktion u. der Qualität des Weizens in der Č. S. R.) Věstník Československé Akademie Zemědělské, III, Číslo 4, 1927 (Mitteilungen der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaft, III, Nr. 4).

Chmelař, Fr.: Československé původní sorty ozimé pšenice a jejich roztřídění (Über tschechoslowakische Winterweizensorten und deren Klassifikation.) S. 425.

Lokscha, H.: Die pflanzenbaulichen Verhältnisse in den deutschen Gebieten Mährens mit besonderer Berücksichtigung des Getreidebaues. Monographie auf wissenschaftlich-praktischer Grundlage, Brünn, 1927 (im Druck).

Contribution à la Solution du Problème de la Vie Chère: Le Rajeunissement des Prairies Naturelles.

Par

E. Schribaux,

Professeur à l'Institut agronomique Paris.

Le problème angoissant de la vie chère, qui se pose actuellement dans tous les pays du vieux monde, se résoudra, à la condition seulement de récolter plus de matières végétales, de nourrir plus de bétail à l'hectare, et cela sans augmentation sensible des frais de production.

Dans les circonstances actuelles, nous avons la ferme conviction que le rajeunissement des prairies naturelles est la mesure d'ordre technique susceptible de contribuer le plus sûrement et le plus efficacement à cet heureux résultat.

Il n'est pas nécessaire d'être un observateur pénétrant, pour se rendre compte que les prairies naturelles font tache aujourd'hui dans les exploitations bien conduites. Ce sont des cultures arriérées, d'un autre âge; à de très rares exceptions près, elles n'ont pas évolué; elles n'ont point bénéficié des améliorations dictées par une connaissance plus approfondie et plus scientifique des conditions d'une production raisonnée.

Il faut nous féliciter aujourd'hui de l'indifférence dont les prairies naturelles ont été l'objet, de l'état de stagnation dans lequel on les a laissées. En négligeant de pousser au maximum leur puissance productive, nos prédécesseurs ont travaillé inconsciemment dans l'intérêt de la génération actuelle.

* * *

Personne n'ignore que les prairies naturelles sont de véritables tourbières. Au cours des siècles, elles ont fabriqué et emmagasiné des milliers de kilogrammes d'azote à l'hectare, c'est-à-dire l'engrais par excellence des grosses récoltes, qu'aujourd'hui nous employons avec une trop grande parcimonie, à cause de son prix extrêmement élevé. Un jour prochain, il faut l'espérer, demain peut-être, les engrais azotés de synthèse nous fourniront à bon marché le précieux élément.

D'ici là, étant données les difficultés actuelles, les agriculteurs seraient impardonnables; ils trahiraient l'intérêt général, autant que leur intérêt propre, en laissant dormir plus longtemps les importantes ressources que les prairies naturelles tiennent gratuitement à leur disposition.

Hâtons nous donc de les mettre en circulation, de battre monnaie avec l'azote qu'elles renferment en excès. Pour cela, livrons temporairement les prairies naturelles à la charrue; faisons d'abord servir le précieux engrais à la

production de cultures sarclées, particulièrement exigeantes en azote, cultures à grands rendements et trés rémunératrices tout à la fois, betteraves, pommes de terre, colza, maïs, choux, carottes, etc. Elles laisseront le sol en bon état de propreté, et, à ces plantes nettoyantes, nous pourrons faire succéder du blé ou d'autres céréales sans trop craindre la verse. Comme engrais, il suffira de recourir à des applications copieuses d'acide phosphorique, de potasse, de plâtre, parfois de chaux, afin d'obtenir des récoltes maxima, dont le prix de revient sera certainement bien inférieur à celui des cultures similaires faites sur les autres parties de l'exploitation, puisqu'on les obtiendra sans engrais azotés d'un prix toujours très élevé. Ainsi, se trouvera résolu, pour plusieurs années, disons pour 2—3—4 ans, le problème d'une production très intensive et S très rémunératrice.

Voilà la première étape à parcourir. Il faudra ensuite refaire la prairie. Il est aussi difficile de créer une bonne prairie, dit un proverbe anglais, que d'élever un enfant. Que ce jugement pessimiste ne nous arrête pas. Ce qui était hier parfaitement vrai, ne l'est plus aujourd'hui.

La création d'une prairie de longue durée, naguère si pleine d'aléas, ne présente plus, en effet, de difficultés sérieuses depuis que, grâce aux Stations d'essais de semences, il est facile de se procurer des semences contrôlées, depuis que nous connaissons mieux les aptitudes des espèces fourragères entrant dans les mélanges.

Faisons remarquer immédiatement que les plantes installées dans la prairie rajeunie, trouveront dans la terre, traitée comme nous venons de dire, des conditions physiques, chimiques, physiologiques autrement favorables à leur développement que dans la terre de la prairie naturelle, terre tassée, compacte, plus ou moins acide, plus ou moins épuisée en acide phosphorique, en potasse, etc, où la nitrification se fait nécessairement mal.

S'il était possible de reconstituer exactement la flore de la vieille prairie, il n'y pas de doute que la production fourragère, en dépit de l'amoindrissement de l'ancien stock d'azote, serait nettement supérieure à la production ancienne.

Mais il faudrait bien se garder de conserver la flore ancienne, et même de s'en rapprocher. Nous appelons tout spécialement l'attention sur cette remarque, parce qu'elle met bien en lumière une nouvelle raison, et certainement la plus importante, de la très grande supériorité des prairies rajeunies, — la flore des prairies naturelles n'est jamais irréprochable.

Il s'y rencontre invariablement, fussent-elles réputées excellentes, des espèces dont la qualité ou la productivité laissent à désirer, des espèces qui, en définitive, ne sont pas à leur place, qui ne correspondent pas au degré de fertilité du milieu.

Le réensemencement artificiel présente l'inappréciable avantage de réaliser une association d'espèces mettant en pleine valeur les aptitudes du sol et du climat.

Autre remarque importante: Dans les mélanges de semences pour prairies permanentes, les graminées prédominent de beaucoup, parce que les légumineuses

ordinairement utilisées jusqu'à présent, trèfle, minette sainfoin, etc., ne durent pas assez longtemps.

Nous proposons, en premier lieu, de renverser les proportions, *de faire une place prépondérante aux légumineuses*; en second lieu, *de substituer aux mélanges complexes* d'aujourd'hui qui ont causé tant de déboires, *des mélanges renfermant deux, trois, quatre espèces au plus.*

Cette conception nouvelle des mélanges pour prairies nous a été inspirée par les remarquables résultats récemment constatés en France avec une légumineuse dedaignée jusqu'a présent, le lotier corniculé. (*Lotus corniculatus*) qui, a une durée indéfinie, joint bien d'autres mérites: résistance aux maladies, adaptation aux climats et aux sols les plus différents, pourvu qu'ils ne soient pas extrêmes, de sorte qu'on peut aujourd'hui, étendure, pour ainsi dire à volonté, les surfaces consacrées aux prairies; productivité et qualité fourragère satisfaisantes; possibilité de faire figurer le lotier dans les pâturages aussi bien que dans les prairies à faucher. Le lotier corniculé est aujourd'hui la légumineuse, qui devrait former le fond des prairies de quelque durée. Dans l'avenir, quand nous connaîtrons mieux les Lathyrus, les Vicia et autres légumineuses sauvages, d'une durée indéfinie, peut-être sera-t-il avantageux de les associer au lotier, mais nous n'en sommes pas encore là.

Le lotier corniculé s'accomode parfaitement d'une certaine humidité dans le sol. Dans les prairies humides, qu'on ne peut drainer, faute de pente ou faute de ressources, il convient de lui substituer, en totalité ou en grande partie, le otier des marais (*Lotus uliginosus*).

Aux lotiers, nous associons seulement une ou deux espèces de graminées qui soutiennent les tiges tombantes de ces légumineuses, et rendent le fourrage moins échauffant; le brome des prés en terres sèches, le dactyle pelotonné en bonnes terres, la fétuque des prés en terre moyennement humide, le vulpin des prés en terre humide; an lotier, nous faisons la part de beaucoup le plus large; à l'hectare, nous employons 10—12 kilogr. de semence, de sorte que la légumineuse occupe environ les trois quarts de la surface de la prairie.

Basée à la fois sur le raisonnement et sur des observations, à la vérité bien peu nombreuses, mais singulièrement probantes et encourageantes, notre conviction est que le rajeunissement des prairies naturelles, poursuivi en s'inspirant des directives que nous venons d'exposer à grands traits, jouera, un rôle très important dans l'avenir; il conduira à nourrir trois, quatre animaux où les vieilles prairies n'en alimentent que deux. D'autre part, la production de fumier en plus grande quantité, et de meilleure qualité, conséquence nécessaire d'un accroissement du nombre des animaux alimentés par du fourrage plus riche que dans le passé, conduira, en outre, à un relèvement général de la production animale, et, du même coup, à un abaissement du prix de revient. de la viande Nous énonçons au début de cette note: Dans les conditions actuelles, nous avons la ferme conviction que le rajeunissement des prairies naturelles est la mesure d'ordre technique susceptible de conduire le plus sûrement et le plus

efficacement à la solution du problème de la vie chère. Nous venons de fournir, croyons-nous, la démonstration du bien fondé de cette proposition.

Nous espérerons, que les hommes d'initiative et de progrès voudront bien, de leur côté, entreprendre des expériences, unir leurs efforts aux nôtres, afin de donner une nouvelle force à nos suggestions, et de les faire accueillir avec faveur dans les milieux agricoles.

Die Bodenmonolithe.

Von Dr. Jaroslav Spirhanzl
Inspektor der Staatlichen Versuchsanstalten für Agropedologie und Bioklimatologie in Prag.

Die Pedologie, d. h. die Lehre vom Boden als einem selbständigen naturwissenschaftlichen Körper, ist eine junge Wissenschaft. Bei einer anderen Gelegenheit (11) habe ich gezeigt, daß man sogar in Rußland, dieser Wiege der modernen Bodenkunde, den Boden erst seit den Arbeiten von *W. W. Dokutschajeff* als ein eigentümliches Naturgebilde betrachtet, das man einem selbständigen Studium unterwerfen kann. Derselbe hat die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung der Bodentypen an der Erdoberfläche gezeigt und dadurch auch jenes wichtige Geheimnis enthüllt, daß der Boden sich von den leblosen Mineralkomplexen (Gesteinen) unterscheidet und etwas Vollkommeneres darstellt, ein physikogeographisches Gebilde, welches nach den Einflüssen der Naturbedingungen, die im Umkreise seines Vorkommens vorherrschen, sich richtet.

Diese Erkenntnis, welche zum Grundstein des ganzen Baues der modernen Bodenkunde wurde, hat eine solche Veränderung in der Anschauung über den Boden gebracht, daß selbstverständlich auch die Arbeitsmethoden für die Bodenuntersuchung gründlich geändert werden müßten. Denn es wächst uns unter den Händen aus einem leblosen Material eine Materie an, welche in ihrem Wesen sehr plastisch ist, auf äußere sowie innere Impulse und Einflüsse reagiert, sich ihnen anpaßt oder Widerstand leistet, durch sie verändert wird — dadurch einem lebendigen Gebilde sehr ähnelt. Vom Gesichtspunkte der heutigen Pedologie hat der Boden eine eigene Physiognomie, als Gesamtbild seiner charakteristischen Merkmale und Eigenschaften erworben (2). Diese Physiognomie ändert sich mit der Veränderung der äußeren sowie inneren Faktoren (z. B. Muttergestein, Relief des Terrains, Pflanzendecke, Klima usw.) oder wie ich mich bereits äußerte (13): „der Bodentypus ist ein Reproduktor derjenigen Einflüsse, unter welchen er sich gebildet hat."

Diese wenigen Sätze genügen um die Forderung zu verstehen, daß auch die bodenkundliche Methodik vervollkommnet und neuerer Anschauung angepaßt werden muß.

Wenn uns früher der Boden ein geologisches Gebilde, ähnlich dem „toten" Gesteine (was schließlich heute auch schon fraglich zu sein scheint) war, welches wir auf dieselbe Weise wie einen Mineralsplitter ohne Rücksicht auf den Zusammenhang mit der Umgebung analysierten, so müssen wir heutzutage diesen bequemen Standpunkt und den Laboratoriumtisch verlassen und uns beim Studium und bei der Erforschung (dies ist ein sehr geeignetes Wort, welches

schon ein Petschaft der Sorgfalt trägt) des Bodens in die Natur, ins Feld begeben, dorthin, wo der unverletzte Zusammenhang zu finden ist und wo man das Wesen der Bodenphysiognomie einzig verstehen kann. „Die Eigenschaften des Bodens entsprechen den Bedingungen seiner Entstehung", sagte schon *N. M. Sibirzeff* (8); „darum ist es notwendig, schon im Felde alles zu notieren, was dem Auge und dem Maßstab zugänglich ist, und das Material auf ordentliche Weise für eine weitere Laboratoriumuntersuchung vorzubereiten." Ebenso wie beim Studium der lebendigen Organismen in erster Linie die Beobachtungen im natürlichen Zustande und Verhältnissen geschätzt werden, bevorzugen wir auch in der Bodenkunde die Erforschung im Felde, auf welche das Hauptgewicht ausschließlich gelegt werden muß.

Weitere Detaile in dieser Frage, über die ich schon Gelegenheit hatte zu referieren (13), beiseite lassend, wollen wir unser Augenmerk zum zweiten Teil der Sibirzeffschen Devise: „ordentlicher Vorbereitung des Materials für die Laboratoriumsarbeiten", kurz gesagt: zur Entnahme der Bodenproben, lenken.

Die ältere Literatur aus der Zeit, wo die Pedologie noch ein bedeutungsloser Zweig der Geologie oder Agrochemie war, hat sog. Durchschnitts- oder Mischproben gekannt. Nach derzeitiger Anschauung war es zum Erzielen eines richtigen Bildes über den Bodenwert (besonders chemischen) notwendig, einige Bodenproben von verschiedenen Stellen des Ackers zu nehmen, diese ordentlich durcheinandermischen und auf diese Weise erzielte „Mischprobe" zu analysieren. Gegen dieses Verfahren, durch welches nach *Sibirzeff* „ein fantastischer Boden erzielt wird, welcher in der Natur nicht vorkommt", hat nach *Stoklasa* (14) in neuerer Zeit die ganze Fachliteratur die Stellung genommen, gut begreifend, daß „so eine Durchschnittsprobe uns ein ganz falsches Bild über den Boden darbietet"[1]).

Auf diese Art sind wir nach der Ära der Mischproben zu einer anderen Periode der individuellen Bodenproben gekommen. Diese werden natürlich heute sowie auch in der Zukunft benützt. Sie werden von jeder Stelle abgesondert genommen, rein gehalten, und dienen uns zur Feststellung der Angaben, welche die Erdart (nicht den Boden als Typus) charakterisieren also: mechanische und physische Eigenschaften, chemische Beschaffenheit und biologische Verhältnisse.

In demselben Tempo aber, mit welchem der Einfluß der russischen pedologischen Schule, welche auf Prinzipien der Zonalität der Bodentypen erbaut worden ist, in Westeuropa und die ganze Welt durchdringt, wächst auch die Notwendigkeit einer weiteren Vervollkommnung der Technik der Bodenproben-

[1]) Es ist zu wundern, daß heute noch im Gegensatz zu diesem klaren Standpunkte in der Fachliteratur die Mischproben empfohlen wurden, besonders für die pH-Bestimmung. Vielleicht gehen dabei die Autoren aus der toleranten Anschauung des *Sibirzeff* aus, daß prinzipiell die Mischprobe dort zulässig ist, wo voraus schon bekannt ist, daß der Boden demselben Typus angehört und nicht stark variiert, und daß seine Veränderungen sich wiederholend, um eine gewisse Größe herumschwankt. Aber Sibirzeff sagt dabei richtig, daß auch in diesem Falle eine Durchschnittsprobe entweder ein Risiko oder Überflüssigkeit bildet, oder schließlich stets mit unausweichlichen Defekten bei weiterer Erforschung verbunden ist.

entnahme. Mit der Erkenntnis, daß der Boden einen naturwissenschaftlichen Körper bildet, welcher dem Einflusse seines Milieus unterzogen ist, und daß dieser Einfluß den pedogenetisch ausgedrückten Typus formt, dringt auch die Überzeugung durch, daß die Bodenuntersuchung durch andere Methoden und Mittel zu erfolgen hat, und daß auch jenes Sibirzeffsche „Material" anders für das Studium vorbereitet werden muß. Es zeigt sich die Notwendigkeit, die ganzen Bodenprofile zu entnehmen bis zu der Tiefe, wohin diese Wirkung des pedogenetischen Prozesses zu merken ist.

Nachdem solch eine gründliche Untersuchung des Bodenprofiles im Felde manchmal mit gewissen Schwierigkeiten verbunden ist, und (für einige Detailforschungen und Analysen) erscheint die Notwendigkeit einer ungestörten Laboratoriumsuntersuchung, hat man die Entnahme der sog. „monolithischen" Bodenproben eingeführt, d. h. das Herausschneiden der Bodenprisma (Säule) so, wie der Boden in der Natur vorkommt.

Die ersten Anläufe dazu, welche zeugen, daß diese Bestrebung nach der Erhaltung des Naturzustandes des Bodens schon dagewesen ist, waren die alten Methoden der Probenahme, z. B. mit dem Prisma von *John*, dem Rahmen nach *Krause*, den Zylindern von *Ismailowskij*, *Burmatschewskij*, *Barakov* (10) usw.; hierher ist auch die Ringmethode (Tubusmethode) nach *Kopecký* (4) einzureihen.

In Rußland ist in der Praxis bei der Monolithenprobenahme der Apparat von *Rispoloschenskij* verbreitet. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem Blechkasten (ca. 60 cm Länge, 20 cm Breite und 4—5 cm Tiefe) mit geschärften Rändern. Der Kasten wird in der Grube an die Wand angelehnt und mittels einer Schraubeneinrichtung, welche eine sehr große Kraft erzeugen kann, in den Boden eingetrieben, bis der Boden den Kasten vollfüllt. Dann wird von oben der eiserne, scharf schneidende Deckel über den Kasten eingehaut und dadurch die Säule in den Kasten abgeschnitten. So bekommt man in den Blechkasten ein Bodenprisma im natürlichen Zustande. Dieses wird in einen andern Holzkasten überführt und ist zum Transport bereit. Nach *Sibirzeff* ist der Rispoloschenskij-Apparat gut zu gebrauchen, und die mit demselben gewonnenen Monolithe behalten gut die morphologischen Eigenschaften der Böden. —

Es ist selbstverständlich, daß so eine einfache Manipulation bloß in idealen Verhältnissen zum Erfolg führt, wenn mit weichen, steinlosen Böden gearbeitet wird. Bei uns in Böhmen haben wir aber leider wenig solcher Böden. Darum war es notwendig, die Technik der Monolithennahme nach den wirklichen Verhältnissen zu modifizieren. Im weiteren werde ich einige Erfahrungen, welche ich bei praktischer Durchführung erworben habe, und welche auch für breitere Kreise von Nutzen sein können, anführen.

Was die Dimensionen der Monolithe anbelangt, so wurden dieselben nicht vorgeschrieben. Sie bilden das Resultat der Erwägung, daß ein Monolith folgenden Vorbedingungen entsprechen muß: 1. das beste Bild über den Charakter einzelner Horizonte im Profile geben; 2. die Schichtenfolge in die Tiefe bis an das Muttergestein vorführen; 3. leichte technische Ausarbeitung (darf sich nicht brechen und einstürzen); 4. leichte Tragbarkeit usw. Daraus folgt, daß der Monolith entsprechend breit und lang sein soll, dabei aber nicht zu schwer. Aus diesem Grund e

wählt man die Kästchen für monolithische Bodenproben in der Länge von ca. 1 m, der Breite 15—20 cm und der Tiefe bis 10 cm. In Polen benutzt Prof. *S. Miklaszewski* (5) Kästchen von 120 cm Länge, 20 cm Breite und 10 cm Tiefe; in Rußland hat Prof. *K. Glinka* seine Kästchen von folgenden Dimensionen: 75—100 × 18 × 5—10 cm.

Für unsere Verhältnisse, wo uns bisher keine Fahrzeuge (Autos) zur Verfügung stehen, sind Monolithe von diesem Ausmaße noch immer zu schwer [1]). Darum sind wir zum Kasten von weiter angeführter Art (Abb. 1) angelangt.

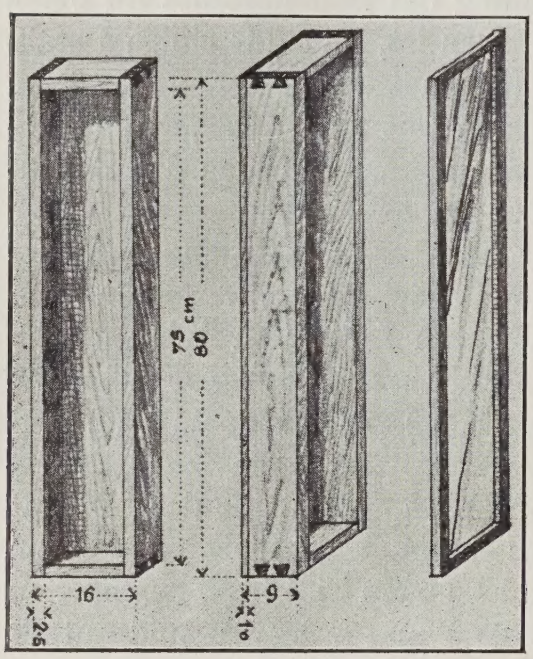


Abb. 1. Kästchen für Monolithe.

Wie zu ersehen ist, sind unsere Kästchen im ganzen klein, mit Rücksicht darauf, daß sie leicht transportabel sein müssen (frischer Bodenmonolith samt Kasten wiegt ca. 12 kg). Die Länge von 75 cm wurde deshalb gewählt, weil in den meisten Fällen in dieser Tiefe schon die Haupthorizontenfolge, und manchmal auch das Muttergestein zu treffen ist. In angegebener Tiefe kommt bei uns meistenteils der Karbonatenhorizont, und in podsolierten Böden der illuviale B-Horizont(3) vor. Bei tiefen Böden kann man durch die Beisetzung eines zweiten Kastens die Monolithe bis 150 cm nehmen was gewöhnlich ausreichend ist, in außerordentlichen Fällen kann dann noch ein dritter Kasten folgen, so daß die Tiefe von 220 cm erreicht wird. Bis dorthin greifen die Veränderungen, welche klimatische Verhältnisse hervorrufen, bei uns sehr selten ein.

Bisherige Erfahrungen bringen mich aber zu der Ansicht, daß es für die Zukunft viel vorteilhafter sein wird, die Monolithe zu verflachen (verdünnen) mit gleichzeitiger Vergrößerung ihrer Breite (um noch besser, auf einer größeren Fläche, die Strukturverhältnisse, Konsistenz und Farbe der Horizonte studieren zu können) und Länge (damit ein noch tieferes Profil mitgenommen wird). Die Monolithe von einer Form ca. 20 cm Breite, 100 cm Länge [2]) und nur 4—5 cm Tiefe können auch technisch viel leichter entnommen werden.

Diese Frage der technischen Durchführung ist nämlich in unseren Verhältnissen sehr wichtig. Es ist etwas anderes, wenn die Monolithe in homogenen Böden, lehmigen oder tonigen Ablagerungen genommen werden, und wenn dasselbe in unseren ziemlich seichten, oft steinigen Böden vorgenommen werden soll, wo man an die Methode Rispoloschenskij nicht einmal denken darf, und wo die ganze Arbeit oft einigemal wiederholt werden muß, um zum Erfolg zu gelangen.

Weil man ähnliche Verhältnisse in Mitteleuropa meist überall vortrifft,

---

[1]) Aus diesem Grunde bedienen sich *Mieczyński* und *Terlikowski* (15) in Pulawy (Polen) kleinerer Kästchen (60 × 10 × 4 cm) aus Weißblech (0,8 mm dick), mit Minium angestrichen. Die Probe wiegt da ca 5 kg und schrumpft nicht so ein, wie die großen Monolithe.

[2]) Diese Dimensionen empfiehlt auch *Wilenskij* als international standarde.

erlaube ich mir, kurz den von mir angewendeten Vorgang bei der Entnahme der Bodenmonolithen anzugeben.

1. Vorbereitung des Profils. Die Wahl der Stelle für die Probeentnahme ist jedem Bodenkundler klar. Es handelt sich darum, eine solche Stelle zu wählen, wo das Bodenprofil charakteristisch entwickelt ist, mit sämtlichen erforderlichen Zeichen (Morphologie). An diesem Platze ist eine genügend große Grube auszuheben, um drinnen arbeiten zu können. Da bei uns, wo die ganze Landfläche kultiviert ist, das Ausheben einer solchen Grube immer die Beistimmung des Ackerinhabers voraussetzt (welcher aber diese Arbeit an seinem Felde nie gerne sieht), ist es oft notwendig, die gegebenen Abrisse und Ausgrabungen (Lehmgruben, Mergelbrüche, Hohlwege usw.) auszunützen, wo kein Schaden verursacht wird. Solche größere Abdeckungen haben auch den Vorteil, daß man die typische Stelle besser wählen kann. Dagegen ist es nötig zu beachten, daß im Profile, welches schon lange entblößt war, verschiedene Veränderungen durch die Wirkung des Wetters und durch veränderten Umlauf des Wassers (horizontales Durchdringen der Wärme und des Wassers) eingetreten sind. Darum muß in solchen Fällen immer eine genügend mächtige Schichte des angewitterten Profils abgehackt werden, bis wir in normale Verhältnisse kommen.

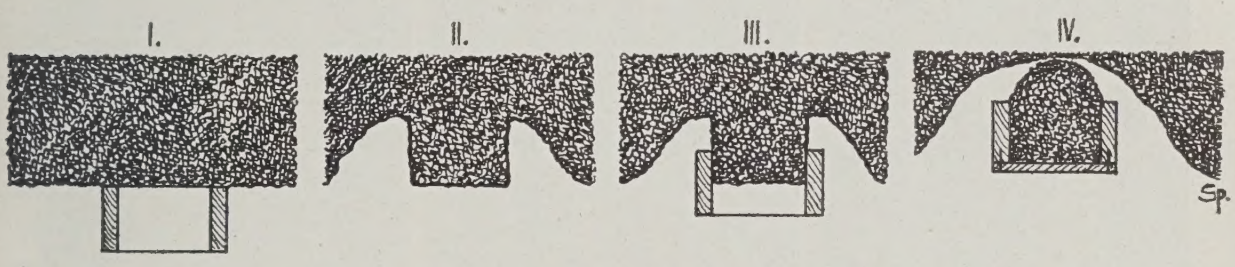


Abb. 2. Phasen der Entnahme eines Monolithen (im Schnitt).

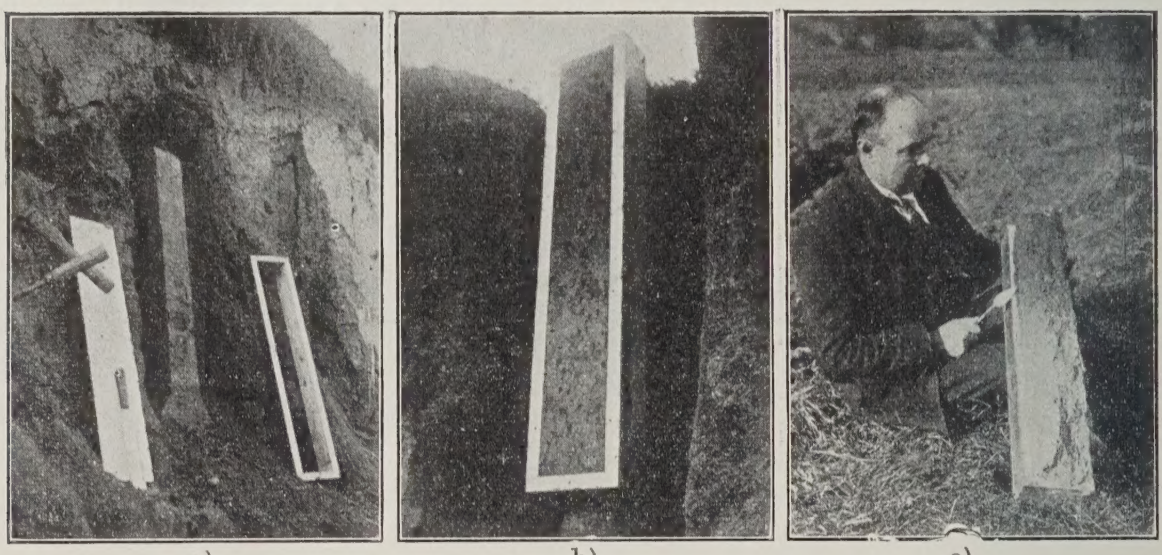
Die Frontwand der Grube wird geebnet, gereinigt und abgeblasen, und dann das Profil studiert; dabei tragen wir in ein Notizbuch alles, was wir erforscht haben, sorgfältig ein. Gleichzeitig verfertigen wir eine farbige Skizze des Profils bis zur erreichbaren Tiefe. Die Farbentöne (bei mäßiger Feuchtigkeit des Bodens) müssen naturgetreu gewählt werden.

2. Ausschneiden des Monolithen. Zur glatten Wand der Grube wird dann das Kästchen angesetzt, von welchem wir beide Deckelbrettchen abgenommen haben, so daß nur ein starker Rahmen [1]) verbleibt. Der äußere Umriß des Rahmens wird dann auf die Wand der Grube aufgezeichnet — er ist etwas größer als der künftige Monolith, was aber sicherheitswegen für weitere Arbeit vorteilhaft ist. Dann wird der Rahmen beiseite gelegt, und man beginnt mit dem Ausschneiden (Modellieren) des Monolithen nach und nach in die Tiefe, wie es aus der Abb. 2 leicht ersichtlich ist. Zuerst wird die obere Frontseite horizontal abgeschnitten — dem Zwecke entsprechend belassen wir da die Reste der Vegetationsdecke — und darauf wird auch an den Seitenwänden langsam gehöhlt; der untere

[1]) Hiermit ist auch die Effektwirkung des künftigen Monolithen ersichtlich. Sonst könnte man auch den Kastendeckel zum Aufzeichnen des Umrisses benutzen. (Für die Arbeit im Felde nehmen wir selbstverständlich bloß die vollen Holz-(Bretter-)deckel mit, den Glasdeckel lassen wir zu Hause!)

Fußteil des Monolithen wird vorläufig unberührt gelassen, er ist der heikelste Teil und sein vorzeitiges Abschneiden führt zum öfteren zum Abstürzen des Monolithen und zum Verderben der ganzen Arbeit.

Für die grobe Ausarbeitung hat uns ein kleiner Spaten und eine Hacke gute Dienste geleistet, in schwierigeren Verhältnissen auch die Beilpicke, für feineres Modellieren dann ein Stahlmeißel, Spachtel und ein Messer. Mit diesen Instrumenten schneiden wir nach und nach ein Bodenprisma aus, von einer Breite, um es in den Kastenrahmen einpassen zu können. Dann erst wird auch der Fußteil von unten sorgfältig abgeschnitten. Gleichzeitig setzen wir den Rahmen an und durch einen langen Druck schieben wir ihn auf das Bodenprisma so auf, daß er mit dem fortschreitenden Abschneiden des Fußes immer tiefer eingetrieben wird. Dabei ist aber die größte Vorsicht notwendig, damit der Monolith nicht abgebrökelt oder vorzeitig abgebrochen wird!



a) b) c)

Abb. 3. a) Modellieren des Bodenprismas. (Der Fußteil stets breit gehalten; seitwärts ein Kästchenrahmen, Deckel und Werkzeuge.) b) In den Rahmen eingeschobener Monolith. (Jetzt wird der Bodendeckel angeschraubt und dann d. Mon. abgebrochen.) c) Monolith samt Kästchen vor der definitiven Ausarbeitung. (Überflüssige Erde wird entfernt.)

Ist der Rahmen endlich so weit eingeschoben, daß das Bodenprisma schon die Umrahmung überragt, wird das Hacken eingestellt, der Rahmen unterstützt, damit er an dem Reste des Fußteiles fest sitzt, und dann schreitet man an das Ausarbeiten des Bodenkörpers durch langsames Abschneiden des überflüssigen Bodens, bis derselbe mit dem Rahmen glatt abschneidet, zu. Darauf wird der Bodendeckel aufgeschraubt.

Jetzt heißt es, den Monolith herauszuholen. Deshalb hacken wir mit der Beilpicke und Meißel weiter in die Tiefe und zwar schräg von beiden Seiten (siehe Abb. 2, IV) — dabei muß der Kasten stets unterstützt und angehalten werden! — bis der Monolith abgebrochen wird. Wir fangen ihn ab und legen ihn beiseite. Die Hauptarbeit ist hiermit durchgeführt.

Auf der abgerissenen Grubenwand ist jetzt die natürliche Struktur am besten zu sehen, darum vervollständigen wir auch unsere Notizen.

Nachher wird der Monolith mittels Spachtel und Messer an der Oberseite abgearbeitet, damit der obere Deckel aufgesetzt werden kann. Dabei kann einerseits wieder die Morphologie des Profils untersucht werden, anderseits benutzt man die Abfälle des Erdbodens als individuelle Proben aus einzelnen Horizonten. Sie werden in bezeichnete Säckchen gesammelt, evtl. durch kleine Erdschollen, die wir aus entsprechender Stelle der Grube ausstechen, ergänzt. In der Grube nehmen wir auch individuelle Bodenproben aus tieferen Horizonten, wohin unsere Monolithe nicht mehr reichten.

Der ausgearbeitete Monolith wird mit einigen Blättern weichen Papiers bedeckt, darauf der Deckel aufgeschraubt, die Oberseite bezeichnet, die Nummer des Monolithen laut Notizbuch aufgeschrieben usw. und transportiert. Es ist notwendig, allen Anstößen und Erschütterungen auszuweichen, darum empfiehlt es sich, den Monolith zu tragen, denselben im Wagen weich und elastisch zu plazieren, sonst wird er erschüttert und verdorben und wird für eine Exposition wertlos.

3. Der Monolith im Laboratorium. Zu Hause wird er horizontal gelegt, der obere Deckel und Papiere weggenommen, eventuelle Ausarbeitung vervollständigt und der Monolith einem langsamen Austrocknen ausgesetzt.

Nach einigen Tagen beobachtet man eine Zusammenschrumpfung des Monolithen, vielleicht wird er sogar springen und es werden sich kleine Risse bilden. In diesem Falle benütze ich eine Blechplatte im Ausmaße der inneren Stirnwand des Kastens; diese (ziemlich dicke) Platte wird zwischen den Bodenkörper und das untere Stirnbrett des Kastens eingeschoben, und durch leichtes Eintreiben einiger flacher Keile zwischen das Brett und die Blechplatte wird der Bodenkörper wieder zusammengebracht und die Risse eingezogen; durch diese Manipulation wird der Monolith vor dem Springen bewahrt, was ziemlich leicht zu erzielen ist.

Im Laufe von 1—2 Monaten trocknen die Monolithe aus und schrumpfen nicht mehr. Diese Einschrumpfung beträgt nach meiner Erfahrung bei der 75 cm Länge etwa 1 cm (maximal 3—4 cm), kommt also nicht besonders in Betracht. Der entstandene Raum zwischen der Blechplatte und Kasten wird mit Gips ausgefüllt, so daß der Monolith fest im Kasten sitzt. Dieser kleine Defekt ist leicht durch eine schmale Ettiquette mit der Aufschrift (Nr. d. Mon., Fundort, Typus usw.) zu verdecken.

4. Ausstattung des Monolithen für die Sammlung besteht bei uns darin, daß auf den Kasten der Glasdeckel aufgeschraubt wird, der ganze Kasten wird schwarz angestrichen (bis zu dieser Arbeitsphase arbeitete man nämlich mit unangestrichenem Holzkasten — sonst wird dabei die Farbe abgerieben) und an gut belichtetem Platze im Museum ausgestellt. Die Kästchen werden entweder horizontal gelegt, was jedenfalls das Beste ist, oder schwach schräge aufgestellt; vertikale Aufstellung kann nicht empfohlen werden.

Im Museum, wo der Monolith auch zum Laien reden soll, füge ich eine Tafel bei, auf der er (nach der im Felde gezeichneten Skizze und dem wirklichen Stande) in Farben gemalt ist, dazu ein Maßstab gezeichnet und die Erklärungen zu jedem Horizont angegeben sind. In einer speziellen Anmerkung führe ich auch landwirtschaftliche Charakteristik des gegebenen Bodenprofiles an. Z. B. für ein podsoliertes Gneißdiluvium aus Měšice bei Tábor wird folgendes

geschrieben: „Landwirtschaftlich mittelguter Boden, allseitige Düngung, besonders das Kalken, sowie tiefere Lockerung notwendig. Der Untergrund schlecht durchlässig, in Terrainvertiefungen die Drainage erforderlich." Hierdurch ist die Beschaffenheit des Profiles von diesem Bodentypus kurz und jedem Laien verständlich erklärt worden.

Es ist begreiflich, daß monolithische Bodenproben für einen Bodenkundler das höchstinteressante und wichtige Material darstellen. Man kann sie studieren, denn sie geben das einzig richtige Bild über das Profil des Bodentypus [1]). Es ist also kein Wunder, daß in letzter Zeit die Entnahme der Monolithe nicht nur sich sehr verbreitet, daß sogar Monolithensammlungen angelegt werden, sondern daß der Gedanke auftaucht, einen internationalen Austausch der Monolithe zu organisieren.

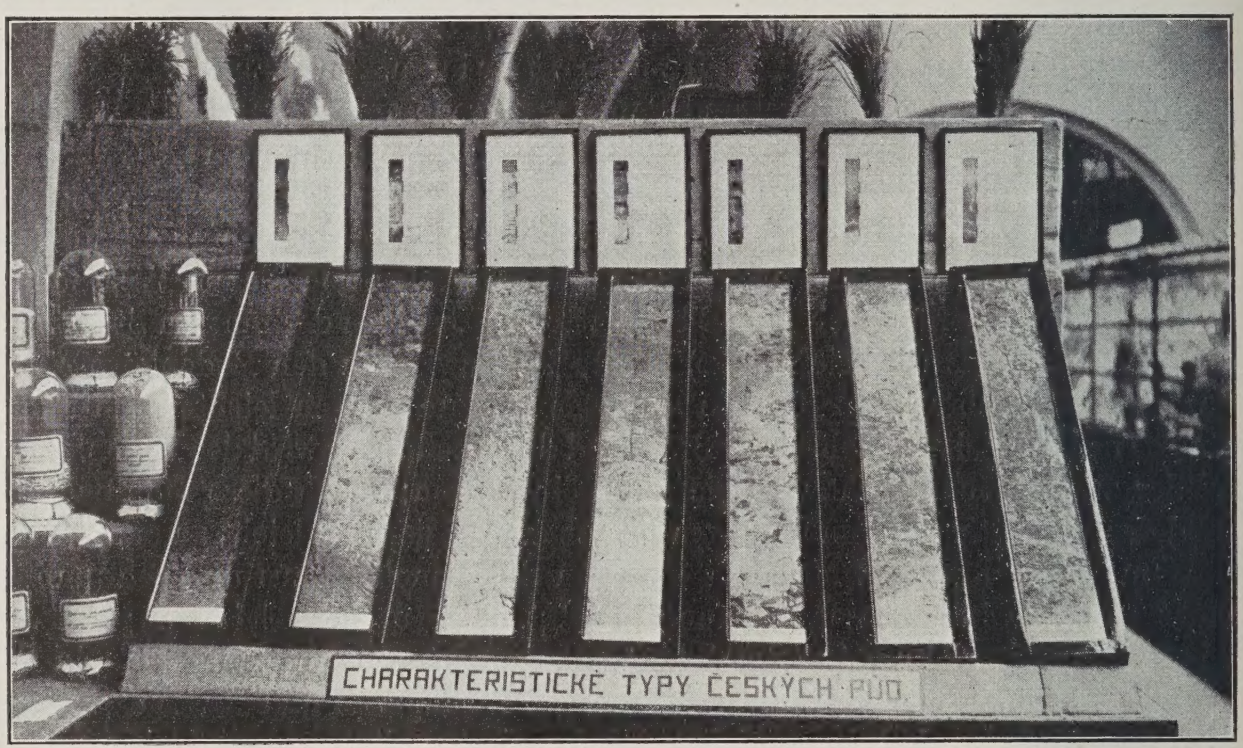


Abb. 4. Serie der Bodenmonolithe im Landwirt. Museum in Prag. (Leg. Spirhanzl.)

Interessante Impulse dazu bringt die Verhandlung Prof. *G. D. Wilenskij's* aus Charkow (Rußland), in der er sehr trefflich auf die Notwendigkeit von leichten und transportablen monolithischen Bodenproben verweist, damit dieselben leicht studiert und zum Austausch gesendet werden können. Erfolgreiche Entwicklung der Bodensystematik setzt in erster Linie die Gründung eines „Bodenherbariums" voraus. Dies verlangt aber — bei der großen Menge der Proben — die Verfertigung von dünnen, leichten und dennoch genügend festen Monolithen; *Wilenskij* (16) hat dazu eigene Methode ausgearbeitet; sie besteht darin, daß die Bodenschichte an eine klebrige Masse (Zement, Ziegellehm, Löß, Töpferton, Papiermaché u. a.) angelegt und in einem dünnen Blatt (1 cm dick) vom ursprünglichen

[1]) Als selbstverständliche Ergänzung dazu dienen die Analysen (physische sowie chemische), zu welchen die gleichzeitig entnommenen individuellen Proben benutzt werden.

Monolithen abgeschnitten wird. Zur Durchführung dieser Operation ist spezielle Einrichtung konstruiert, die in erwähnter Verhandlung näher beschrieben wurde. Auf diese Weise bekommt man dünne (1,2—1,5 cm) Monolithe, mit einer Drahtnetzeinlage, welche den Bodenschnitt beisammen hält; sie werden ein wenig gepreßt, gereinigt, präpariert, besonders mit Rücksicht zur Struktur. Überflüssige Masse (Lehm, Ton) wird weggenommen, untere Seite des Monolithen, sowie seine Ränder werden eventuell mit Kaliko beklebt. So ein fertiger Monolith wiegt 1,5—2,5 kg. Es wird entweder unter einem Glas ausgestellt oder mit farblosem Lack evtl. Zelluloid angestrichen.

Die weitere Vereinfachung der ganzen Manipulation der Monolithennahme, sowie ihrer Zerteilung (Schneidens) erzielte *Wilenskij* durch ein neues Kästchen, welches aus mehreren Rahmen von 1 cm Dicke besteht, die aufeinandergelegt und zusammengeschraubt werden, so daß ein Kästchen von beliebiger Tiefe entsteht. Es besteht auch die Absicht, diese Kästchen aus Aluminium zu verfertigen.

Im Geologischen Institut in Budapest habe ich eine ähnliche Vorbereitung von dünnen und transportablen Monolithen gesehen. Das Prinzip der Methode besteht darin, daß der noch feuchte Monolith mit Gelatinlösung getränkt und dann auf dünne Blätter geschnitten wird, welche an einer Unterlage (Brett) befestigt werden. Die Monolithe waren hier kurz (leichte Entnahme) und durch Anhängen untereinander in ganze Profile verbunden. Diese hat auch am internationalen bodenkundlichen Kongreß in Rom 1924 der Budapester Chefgeologe *P. Treitz* ausgestellt.

In der Zukunft wird die Verfertigung solcher Bodenmonolithen zur selbstverständlichen Regel. Die Ermöglichung eines gründlichen Studiums der Bodenprofile aus verschiedensten Orten und Ländern und ihrer gegenseitigen Vergleichung wird zum Läutern der Ansichten, Erzielen der Einheitlichkeit und zur Erleichterung der Klärung von Fragen der Bodensystematik beitragen. Wird die Monolithenentnahme bei jeder bodenkundlichen Durchforschung eingeführt, so entsteht bald bei jedem pedologischen Fachinstitute ein Bodenmuseum, und nach dem Organisieren eines internationalen Austausches der Monolithe von standardisierter Form wird man zu einer reichen und anschaulichen „P e d o t h e k" gelangen, welche stets an Bedeutung zunehmen wird.

Auch unsere čechoslovakischen bodenkundlichen Anstalten führen diese Fragen in lebhafter Evidenz, und werden neue Methoden — besonders was die technische Seite anbelangt — ausprobieren. Es ist selbstverständlich, daß sich hier ein freies Feld dem Scharfsinne und Erfindungsgeiste darbietet [1]). Jede Vereinfachung kann große Bedeutung für die ganze Sache zur Folge haben. Es ist zu erwägen, daß sich die Internationale bodenkundliche Gesellschaft mit dem Probleme der Bodenmonolithe befaßt, also die höchste Fachorganisation, was schon die Wichtigkeit dieses Problems genügend beleuchtet.

---

[1]) Eine neue Methode (ohne Detailangaben) meldet mir eben Baurat Ing. *F. Gasdîk* aus Bratislava.

Literatur:

1. a) Афанасьев А. Н.: »Зональные системы почв.« Записки Горецкого с.—х. Института. Горки 1922.
   b) Spirhanzl: „Zonální systémy půdní“ (Zonale Bodensysteme). Zeměděl. Archiv 1927 č. 5—6, Praha.
   c) Zvorykin Ivan: „Vývoj názorů ruské školy pedologické na půdní klasifikaci“ (Entwicklung der Ansichten der russischen pedologischen Schule bezüglich der Bodenklassifikation). Acta Societatis Scientiarum Naturalium Moravicae, T. 3. F. 1, Brno 1926.
2. Глинка К. Д.: »Почвы Росии и прилегающих стран.« Москва 1923.
3. Janota R.: „O účinku drenáže na fysikální stav a mechanickou stavbu půdy“ (Effet du drainage sur l'état physique et la constitution mécanique du sol) Sborník výzkum. ústavů zeměd. Praha 1925.
4. Kopecký, J.: „Die physikalischen Eigenschaften des Bodens.“ Verlag für Fachliteratur, Wien 1914.
5. Miklaszewski, S.: „Etat actuel de la cartographie des sols en Pologne.“ Mémoires sur la cartogr. d. sols. Bucarest 1924, p. 318.
6. Murgoci, G.: „Museul national.“ La cartographie des sols en Roumanie. Mém. sur la cart. d. s. Bucarest 1924.
7. Nabokich, A. I.: „Pedologische Arbeit im Felde.“ Mémoires sur la cartographie des sols. P. 5. Bucarest 1924.
8. Сибирцевъ И. М.: »Почвовѣдѣніе«. Лекціи. III. изд. С. Петтербургъ 1914. P. 289.
9. do. pag. 291.
11. Spirhanzl, J.: „Jak pohlíží ruský pedolog na půdu“ (Wie der russische Forscher den Boden betrachtet), Zeměděl. Archiv p. 164 ff. Praha 1926.
12. Spirhanzl, J.: „Studie o půdách okresu Brandýs n/L.“ (Studie über die Böden des Bez. Brandeis.) Dissertation, Prag 1927.
13. Spirhanzl, J.: „Z půdoznalecké praxe“ (Aus der pedolog. Praxis), Zeměd. Archiv p. 83 ff., Praha 1923.
14. Stoklasa, J. und Doerell, G.: „Handbuch der biophys. und biochemischen Durchforschung des Bodens.“ Berlin 1926. P. 37.
15. Terlikowski, F.: „Caisse aux monolithes.“ Mémoires sur la cart. des sols. Page 173. Bucarest 1924.
16. Wilenskij, D. G.: „On organization of exchange of monolithic soil samples and, in conformity, on some necessary technical improvement in taking and mounting monoliths.“ Pedology 1927. Nr. 2. Moscow.

Die Drosera-Kultur in Böhmen.

Von Dr. Josef Velenovský.
Professor an der Karls-Universität in Prag.

Etwa vor 35 Jahren habe ich in meinen Vorlesungen und in den botanischen Berichten darauf aufmerksam gemacht, daß im Mittelalter der Absud von Drosera zu den mächtigsten Mitteln diente, die jugendliche Frische im vorgeschrittenen Alter zu erreichen (aqua auri, likér rossolis). Mein Bericht blieb indessen unbeachtet, nur die böhmischen Kneippianer begannen die Drosera fleißig zu sammeln und zur Heilung der Sklerose anzuwenden. Die Ärzte erklärten die Drosera zwar für unschädlich, aber für ihre Zwecke unnützlich.

Ich machte alsdann Versuche an meinen Freunden, die an Arteriensklerose litten und kam zur Überzeugung, daß die Drosera wirklich die Linderung dieser Krankheit zu erwirken vermag. Jetzt, in meinen Alterstagen, trinke ich ununterbrochen die Drosera mit einigen anderen Kräutern und kann die wohltuende Wirkung dieser Medizin nur bestätigen. Die Wesenheit der Heilkraft der Drosera liegt auf der Hand, wenn man die chemische Zusammensetzung des klebrigen Stoffes an den Blattentakeln ins Auge faßt, durch welchen die gefangenen Insekten verzehrt und resorbiert werden. Es ist dieselbe Peptonsäure, welche im Magen des Menschen beim Verzehren der Nahrung die Rolle spielt. Der klebrige Stoff erscheint auf den Blättern in so großer Menge, daß derselbe, wenn man die aufgesammelte Drosera einige Stunden auf dem Haufen liegen läßt, wie ein Honig herabfließt. Wenn nun der Drosera-Absud in den Körper gelangt, so werden die Kalksekretionen in den Arterien aufgelöst, die Tätigkeit der Arterien erfrischt, die Blutzirkulation befördert, infolgedessen auch die Ernährung der erkrankten Organe unterstützt und die Genesung zustande gebracht. Die meisten Leute in den heutigen Kulturländern leiden im Alter an Arteriensklerose und unterliegen ihren Folgen (Schlag, Nervose u. a.). Es ist daher leicht begreiflich, daß unter diesen Verhältnissen der Verbrauch der Drosera alljährlich steigt und die Ausrottung der Pflanze und zugleich den hohen Preis derselben zur Folge hat.

Es gibt zwei Arten der Gattung Drosera, welche in Böhmen allgemein verbreitet sind. Es ist die Dr. rotundifolia mit runden Blättern und Dr. longifolia mit schmalen, langen Blättern (auch Dr. anglica genannt). Beide kommen in Torfsümpfen vor, längs der Teiche, durchweg in großer Menge beisammen. Die Dr. rotundifolia ist indessen viel häufiger und steigt in kältere Lagen, vornehmlich in die Grenzgebirge. So z. B. allgemein im Böhmerwald, Riesengebirge, Erzgebirge usw. Die Dr. longifolia okkupiert vorzugsweise die Torfniederungen und Teichgebiete Böhmens. So ist sie häufig in der Umgebung von Trěboň (Wittingau), Veseli, Jestrebi und war früher auch auf den schwarzen Sauerwiesen an der Elbe nicht selten (Vrutice, Vsětaty, Milovice, Poděbrady).

Die Dr. longifolia liebt wärmere Lagen. So ist z. B. die Dr. rotundifolia in den Brdy-Waldungen allgemein verbreitet, während die Dr. longifolia hier nur auf den sonnigen, warmen Abhängen (z. B. zwischen Myto und Strasice) zu treffen ist. Die Dr. longifolia ist in medizinischer Hinsicht viel ausgiebiger und wirksamer als die Dr. rotundifolia. Auch Čelakovsky verzeichnet in seinem Prodromus der böhm. Flora nur spärliche Standorte der Dr. longifolia in Böhmen.

Als der Ruf der wunderlichen Droseraheilung über ganz Europa sich verbreitete, wurde die getrocknete Drosera viel gesucht und teuer feilgeboten. Arme Leute sammelten nicht mehr Schwämme, Beeren und Waldfrüchte, sondern verließen die Feld- und Waldarbeiten und stürzten sich auf die Drosera, die dann die Agenten zusammenkauften und in den Handel einführten. Auf diese Weise wurde die Drosera bei Třeboň, Hlubokà, Veseli, Jind. Hradec fast spurlos ausgerottet. Die Schwarzenbergische Domänendirektion hat infolgedessen eine strenge Aufsicht auf die Drosera-Sammler anbefohlen und die Droserabestände in Schutz genommen.

In wirtschaftlicher Hinsicht ist es unstrittig, daß die Sumpfgegenden, in welchen Drosera reichlich wächst, weder für Wald- noch für Feldkulturen geeignet sind und daß die jährliche Drosera-Ernte viel höheren Ertrag leisten kann als die schönste Waldkultur. Dabei kommt noch der Moment in Betracht, daß der Preis der Drosera in der Zukunft steigen wird. Hierdurch taucht die Frage der Droserakultur in der nationalen Landwirtschaft auf.

Wenn nun der Grundbesitzer auf seinen Torfflächen alljährlich Drosera-Ernte ausbeutet, so muß er jedes Jahr nur einen Teil der Fläche der Drosera-Sammlung opfern und die ausgebeutete Partie mit frischen Samen besäen. Es wäre also ein ganz ähnlicher Vorgang erforderlich wie bei Waldkulturen, nur mit dem Unterschiede, daß der Drosera-Turnus sich bloß auf 4—5 Jahre beschränken müßte. Die reifen Fruchtstände wären Ende August zu sammeln.

Man dachte auch an künstliche Kultur der Drosera in Gegenden, wo sie nicht vorkommt. In dieser Hinsicht kann ich über eigene Erfahrungen Bericht erstatten. Ich habe wiederholt Droserasamen in ganz ähnlichen Sumpfwiesen, wie bei Třeboň vorkommen, ausgesät und die folgenden Jahre ihr Aufkommen beobachtet. Die Samen keimten sehr reichlich, die Sämlinge bedeckten das erste Jahr massenhaft alle Flächen. Das zweite Jahr aber verschwanden plötzlich die meisten Pflanzen und das dritte Jahr fand ich kein einziges Stück mehr. Dasselbe wiederholte sich mit den Kulturen, wenn ich aus Třeboň einige Hundert entwickelte Pflanzen in den Sumpfboden meiner Gegend einpflanzte. Die Versuche machte ich an mehreren Stellen bei Ondřejov an der Sázava, bei Jevany und Mukařov bei Jirna, und zwar an sumpfigen Waldstellen, wo vor allem Sphagnum wächst und der Standort den gleichen Charakter zeigt wie eben bei Wittingau.

Was ist also die Ursache dieser mißglückten Kulturversuche? Der Boden und seine chemische Zusammensetzung kann es nicht sein. Es ist vielmehr an den Einfluß des Klima zu denken. Die Atmosphäre muß fortwährend reichlich mit Wasserdämpfen gesättigt werden und im Frühjahr dürfen die späten Fröste den Boden nicht austrocknen. Daß tatsächlich nur die klimatischen Verhältnisse das Gedeihen der Drosera bedingen, haben wir uns im Botanischen Garten in Prag überzeugt. Wir kultivierten alljährlich im Sphagnum im Sumpfbassin Drosera

rotundifolia und Dr. longifolia. Die Kulturen prosperierten dieses Jahr gut, die Pflanzen blühten und reiften gut. Aber das nächste Jahr gingen alle Kulturen zugrunde und wir mußten neue, frische Pflanzen aus Wittingau holen und die Kultur von neuem wiederholen. Es ist festgestellt, daß den Untergang unserer Drosera bloß die giftige, trockene Atmosphäre der Prager Umgebung verursacht hat. Eine Pilzsymbiose kommt kaum in Betracht, da auch bei Wittingau in den Sphagneten und Teichsümpfen keine Pilze erscheinen.

Künstliche Kulturen sind nach meiner Ansicht nur dort möglich, wo schon Drosera vorkommt und gedeiht. Hier können andere Flächen von größeren Dimensionen aufgesucht und besät werden.

Die weite Umgebung von Prag ist überhaupt für die Drosera ungeeignet, obwohl hier stellenweise schöne Torfsümpfe entwickelt sind. Nur bei Jirna fand ich vor einigen Jahren einen kleinen moorigen Waldplatz, wo Dr. rotundifolia vorhanden war, aber in kleiner Anzahl und in kränklichem Aussehen. Im Walde Vidrholec bei Jirna gibt es ja ausgedehnte Sphagneta, welche man für gute Standorte der Drosera halten möchte. Das gleiche kommt bei Ričany und Mukařov wieder.

Die Drosera-Ware bei den Materialisten und den Kräuterhändlern ist fast regelmäßig sehr schlecht. Die getrockneten Pflanzen sind mit den Moosen verunreinigt und mit anderen Sumpfpflanzen gemischt, so daß man auch Gefahr laufen kann, sich mit dem Absud zu vergiften. Wenn die Droseradroge rein ist, so verbraucht man eine riesige Menge Pflanzen auf ein Kilogramm getrockneter Ware. Hiermit ergibt sich der hohe Preis der guten Ware. Die Drosera ist Ende Juli zu sammeln, etwa in der Periode, wo die Blüten sich entfalten. In dieser Zeit sind noch alle Blätter frisch und reif. Sammelt man die Drosera später, so sind die meisten Blätter abgestorben. Die aufgesammelte Drosera muß sorgfältig Stück nach Stück gereinigt und dann im Schatten getrocknet werden. Die getrocknete Drosera hat in größerer Menge ein angenehmes, obstartiges Aroma. Der Absud ist schön kirschrot und schmeckt mit Zucker recht angenehm. Wenn aber die Ware nicht gereinigt ist, so schmeckt der Absud widerlich.

Im Botanischen Garten der Karls-Universität wird in den warmen Glashäusern gewiß schon 20 Jahre lang die Drosera capensis kultiviert. Wir bewahrten sie auf in großen Tonschüsseln im lebenden Sphagnum. Diese Art hat schmale, lange Blätter und rosenrote Blüten in scheinbarer Traube. Die Blätter sind noch dichter mit Drüsenhaaren besetzt als bei Dr. longifolia und die getrocknete Pflanze offenbart die gleiche Wirkung wie die letztere. Es ist wohl merkwürdig, daß die Kultur der kapländischen Drosera viel leichter sich erweist als die Kultur der heimischen Arten. Ich möchte daher glauben, daß die Kultur der Drosera capensis in großen, zweckmäßig eingerichteten Glashäusern ganz gut sich als lohnende Medizinalpflanze bei uns einführen ließe. Den Botanikern ist bekannt, daß in Südafrika mehrere Drosera-Arten vorkommen, es wäre infolgedessen dankbar, über ihre Verbreitung und künstliche Kultur nähere Berichte und Beobachtungen zu gewinnen. Es gibt auch Arten, welche rundliche, unterirdische Knollen besitzen.

Die Gattung D r o s e r a enthält mehr als 90 Arten, welche am häufigsten in Sumpfgebieten Kaplands und Australiens verbreitet sind. Es sind aber auch etliche Arten in Tropenländern der alten und neuen Welt bekannt.

Der Kreislauf der Stoffe in den landw. Industrien.

Von Dr. Václav Vilikovský,
Professor an der Hochschule für Bodenkultur und Forstwirtschaft in Prag.

Im Jahre 1879, also vor fast einem halben Jahrhundert, gab Franz Farský, der damalige Direktor der höheren landwirtsch. Schule in Tábor und Professor für Agrikulturchemie und Technologie an derselben Anstalt, eine kleine Schrift, betitelt „Stoffumlauf in den landw. Industrien", heraus. Im selben Jahre erschien der II. Teil der Schrift Dr. Emil Wolfs, des Direktors des Instituts für Agrikulturchemie in Hohenheim „Aschen-Analysen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten". Es war eine Zeit, wo man auf dem Gebiete der Nährstoffentnahme und des Nährstoffersatzes durch Pflanzen eifrig arbeitete.

Wenn ich zu diesem Schriftchen zurückkehre und demselben einzelne Partien entnehme, die ich durch die Analysen und Ergebnisse der neueren Forschung ergänze, so tue ich dies teils im Gedenken an den im Vorjahre verstorbenen Forscher, teils auch deshalb, weil der Weltkrieg von neuem die Wichtigkeit der landwirtschaftlichen Gewerbe nicht nur für die Erhaltung der Bodenbonität, sondern auch für die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere durch die Abfälle der landwirtschaftlichen Industrien erwiesen hat.

Die landwirtschaftlichen Gewerbe bringen der Landwirtschaft vielfachen Nutzen, insbesondere den, der sich aus dem Stoffkreislauf ergibt. Diesem Kreislauf sind die vor allem mineralischen Bestandteile unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen unterworfen, derart, daß sie zunächst in die Pflanzen eintreten und mit diesen in die Industriebetriebe, wo sie von den Wertbestandteilen (dem Produkt) getrennt werden, und nun in den Abfallprodukten erscheinen. Diese wiederum finden entweder als Düngemittel Verwendung oder werden als Futtermittel verwertet. Die letzteren enthalten allerdings auch düngende Bestandteile; denn das erwachsene Tier gibt fast alle mineralischen Nährstoffe in den Auswurfstoffen ab, und ergänzt sie durch reiche Mikroflora, die für die Belebung des Bodens von großer Wichtigkeit ist.

Je nachdem wie vollkommen sich dieser Kreislauf verwirklicht, können wir die landwirtschaftlichen Gewerbe einteilen in vollökonomische Industrien, wenn der Großteil der dem Boden entzogenen Nährstoffe demselben wieder zugeführt wird; in halbökonomische Industrien, wenn etwa 50% der Nährstoffe in den Boden zurückkehren, und schließlich spricht man von unökonomischen Industrien, wenn dem Boden nichts oder nur eine unbedeutende Menge derselben zurückgegeben wird.

Von den Pflanzennährstoffen wollen wir nur jene betrachten, die dem Boden in Form von künstlichen Düngemitteln einverleibt werden. Es sind dies: Kalzium, Phosphor, Kalium und Stickstoff.

Das Kalzium wirkt nach Stoklasa und anderen Forschern auf die Entwicklung des Wurzelsystems, es neutralisiert in der Pflanze die Säuren, hauptsächlich die Oxalsäure und ist nach Kleeberger wahrscheinlich an der Bildung sowohl der Nukleoproteïne als auch am Aufbau des Zellkernes und des Chlorophylls beteiligt.

Der Phosphor ist unentbehrlich für die Bildung der Zellsubstanz; er ist in einigen Eiweißkörpern, hauptsächlich in den Nukleoalbuminen, Nukleoproteiden, im Phytin, Lezithin, in der Glyzerophosphorsäure usw. enthalten. Stoklasa beweist im Gegensatz zu anderen (Willstätter), daß Phosphor auch im natürlichen Chlorophyll enthalten ist, und daß er zu seiner Funktion in einer gewissen Beziehung steht. Phosphor ist unumgänglich notwendig für die Zellteilung und für die normale Umbildung der Stärke; Samec sieht jenen Bestandteil der Stärke, der ihre Verkleisterung verursacht, als Amylophosphorsäure an.

Dem Kalium fällt eine wesentliche Aufgabe bei der Bildung, Umlagerung und Einlagerung der Kohlehydrate zu. Nach Stoklasa bildet sich durch Einwirkung der ultravioletten Lichtstrahlen auf das Kaliumkarbonat in den Blättern Ameisensäure, Sauerstoff und normales kohlensaures Kalium. Die Ameisensäure zersetzt sich in statu nascendi durch weitere Einwirkung der ultravioletten Strahlen in Formaldehyd und Sauerstoff; das Formaldehyd kondensiert sich in Gegenwart von Kalium zu Hexosen. Das normale kohlensaure Kalium wird unter Hinzutreten von Kohlendioxyd und Wasser abermals in saures Karbonat umgewandelt und der Prozeß beginnt von neuem.

Weiter ist das Kalium ein unentbehrlicher Faktor des Stoffwechsels, ein radioaktives Element, das α und β Strahlen aussendet, die die Reduktionsprozesse in der Zelle fördern und indirekt auch an der Eiweißbildung beteiligt sind.

Der Stickstoff ist der Grundstein der Eiweißkörper; die Synthese derselben kann nach Stoklasa und Matoušek sowohl bei Gegenwart als auch in Abwesenheit des Kaliumions verlaufen. Verfügt die pflanzliche Zelle über einen genügenden Vorrat an plastischen organischen Verbindungen, so kann der Aufbau der Eiweißkörper unter Einwirkung von Sonnenenergie auch in Abwesenheit des Kaliums vorsichgehen. Bei Lichtabschluß bilden sich Eiweißmoleküle in der Zelle nur dann, wenn darin entsprechende anorganische Nährstoffe, passende Kohlenstoffquellen (Glykose, Fruktose, Saccharose) und das Kaliumion, das hier als Energiequelle zur Geltung kommt, vertreten sind.

Kreislauf der Stoffe in der Spiritusbrennerei.

Die Spiritusbrennerei nimmt unter den landwirtschaftlichen Industrien den vordersten Platz ein. Für die Tschechoslowakische Republik ist als Hauptrohstoff für die Spiritusbrennerei die Kartoffel von größter Wichtigkeit. Ihre Stärke wird gewöhnlich mit Malz aus Hintergerste verzuckert und die Maische mit Brennerei- oder Brauereihefe angestellt.

Bei Verarbeitung von 100 kg Kartoffeln entweicht beim Dämpfen zunächst das Kondenswasser aus dem Henzedämpfer, im ganzen 12 l. Die gedämpften Kartoffeln (93 kg) mit 70 l Spülwasser und 2,5 kg Grünmalz geben etwa 165 kg süße Maische, welche nach Abkühlen mit Hefemaische angestellt wird, die man

aus 1 kg Grünmalz, 0,3 kg Roggenschrot und einer kleinen Menge Kunsthefe heranzüchtet. Nach der Vergärung bleiben etwa 156 kg reife Maische übrig, welche nach dem Abdestillieren 1000 l% (10 l absolut) Alkohol, 180 l Schlempe und 3,5 l Nachlauf ergibt.

Bilanz der Nährstoffe:

	In 100 kg Kartoffeln	2,5 kg Malz	1,3 kg Hefe	im ganzen	in 180 l Schlempe	Verlust
Eiweißkörper	2 kg	0,26 kg	0,13 kg	2,39 kg	1,8 kg	— 0,59 kg
Kohlehydrate	20 kg	1,37 kg	0,75 kg	22,12 kg	5,0 kg	—17,12 kg
Fett	0,3 kg	0,06 kg	0,04 kg	0,4 kg	0,36 kg	— 0,04 kg
Asche	0,9 kg	0,05 kg	0,03 kg	0,98 kg	0,90 kg	— 0,08 kg
K_2O	560 g	6 g	4 g	570 g	558 g	— 12 g
P_2O_5	180 g	13 g	8 g	201 g	198 g	— 3 g
Ca O	20 g	1 g	0,7 g	21,7 g	54 g	+ 32,3 g

Beim Dämpfprozeß koagulieren teilweise die Eiweißkörper, zum Teile werden sie zunächst durch Enzyme, später auch durch Säuren unter Druck peptonisiert. Die Peptonisierung schreitet beim Maischen unter Einwirkung von Enzymen des Malzes fort. Bei der Vergärung werden die Amide und Aminosäuren hydrolisiert und in Fusel umgewandelt, wobei Kohlendioxyd und Ammoniak abgespalten werden. Letzterer wird von der Hefe aufgenommen und zur Bildung von Eiweißkörpern verwendet, die schließlich in die Schlempe gelangen, so daß wir darin mehr echte Eiweißkörper finden als das Rohmaterial enthält. Ein kleiner Teil derselben entweicht mit dem Kondenswasser (aus 100 kg Kartoffeln etwa 9 g), außerdem geht ein kleiner Teil der Stickstoffverbindungen in den Lutter über.

Die Kohlehydrate (Glyzide) bilden das eigentliche Ausgangsmaterial für die Bildung des Alkohols. Die Stärke verkleistert beim Dämpfen, später wird sie dünnflüssig und löst sich teils auf, teils wird sie durch Säuren hydrolisiert. Beim Ausblasen der gedämpften Masse retrogradiert ein Teil der Stärke, entzieht sich daher der Verzuckerung und ist deshalb in der Schlempe zu finden. Die einfachen Zuckerstoffe können bei unvorsichtig geführtem Dämpfprozeß karamelisieren, wodurch sie sich der Umwandlung in Alkohol entziehen und in die Schlempe gelangen.

Beim Dämpfen verzuckert die Stärke zu Maltose und Dextrin, welche sodann bei der Vergärung in vergärbaren Zucker und schließlich in Alkohol und Kohlendioxyd umgewandelt werden. Hierbei entsteht auch eine Reihe von Nebenprodukten, z. B. Milchsäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, Glyzerin und ähnliche. Nehmen wir an, daß aus 1 kg Stärke praktisch höchstens 65 l% Alkohol entstehen, so müßten aus der verarbeiteten Stärke 1 112,8 l% Alkohol entstehen; sind jedoch tatsächlich nur 1000 l% entstanden, so sind durch Verdampfen, Umwandlung in Essig, Abgang in den Lutter eventuell auch in die Schlempe 112,8 l% verloren gegangen. Mit dem Kondenswasser gingen 24 g Stärke und Zucker verloren.

Die Fettstoffe werden beim Dämpfen der Kartoffeln in Glyzerin und Fettsäuren zerlegt, ähnlich wie beim Maischen und bei der Vergärung (durch lipolytische Enzyme), so daß wir in der Schlempe vorwiegend nur Hefefett vorfinden.

Kali und Phosphor kommen in der Kartoffel in Form von Salzen vor; das saure phosphorsaure Kali beschleunigt den Dämpfprozeß und erhöht den Säuregehalt der Maische. Das basische Kaliphosphat verzögert die Aufschließung, erniedrigt aber den Säuregrad der Maische. Beide Elemente sind Hefenährstoffe, so daß es manchmal (wenn das Rohmaterial arm daran ist), durch künstliche Düngemittel ersetzt werden muß.

Die Phosphorsäure ist ein Bestandteil der Stärke, woraus sie bei der Verzuckerung frei wird; ihr Ester ist ein Koenzym der Zymase, so daß ihr bei der Vergärung eine wichtige Aufgabe zufällt.

Fast alle Bestandteile der Aschensubstanz gelangen in die Schlempe in demselben Verhältnis, in welchem sie in den Kartoffeln vorkommen; nur durch Hinzufügung von Malz erhöht sich einigermaßen ihr Gehalt an Phosphorsäure und mit dem Kühlwasser gelangt auch etwas Kalk in die Maische. Im Kondenswasser entweichen etwa 12 g Aschensalze, d. s. 8% der Gesamtmenge, wovon 2,1% auf Kali und auf Phosphorsäure 1,5% entfallen.

Das Abfallwasser rührt in der Spiritusbrennerei von der Kartoffelreinigung, von der Reinigung der Maschinen und Räume, vom Einquellen der Gerste beim Mälzen her, und muß überdies auch noch den Lutter aufnehmen, sofern er nicht in die Schlempe geleitet wird. Nach K ö n i g enthielt Abfallwasser in 1 Liter: Organische Stoffe 393,4 mg, mineralische Stoffe 420,6 mg, Stickstoff 36,3 mg, Phosphorsäure 17,4 mg, Kali 37,3 mg, Kalk 170,4 mg. Es eignet sich zur Berieselung von Äckern und Wiesen, wodurch auch diese unbedeutenden Verluste vermieden werden.

Die Schlempe stellt ein wertvolles Futtermittel dar, dessen spezifische Wirkung im Reichtum an B Vitaminen besteht. Zugleich ist es jedoch auch ein Düngemittel, welches dem Boden alle Nährstoffe zurückgibt, die ihm von der Kartoffel entzogen wurden. Um uns die Bedeutung des Stoffumlaufes in der Brennwirtschaft vor Augen zu führen, wollen wir als Beispiel die Verhältnisse in der Tschechoslowakei betrachten.

Bei der Erzeugung von 350 000 hl Alkohol in den tschechoslowakischen Spiritusbrennereien ergeben sich als Abfallprodukt 3 600 000 q Schlempe, worin sich aus dem Boden entnommene Nährstoffe in einer Menge von etwa 21,730 q Kali, 6239 q Phosphorsäure und 10 080 q Stickstoff vorfinden. Nehmen wir weiter an, daß aus den erstgenannten Nährstoffen in den Dünger und damit zurück in den Boden 80% und vom Stickstoff unter Berücksichtigung kleiner Verluste und des Verbrauches im Tierkörper zur Milch-, Fleisch-, Knochenbildung usw. 50% übergeben, so ergibt sich:

Bei Kali: 17,384 q entspr. 43,460 q 40% Kalisalz im Werte je 80 Kč = 3,476,800Kč
Bei Phosphorsäure: 4,991 q entspr. 27,724 q Superphosphat im Werte je 68 Kč = 1,965,232 Kč
Bei Stickstoff: 5,040 q entspr. 24,585 q Ammonsulfat im Werte je 200 Kč = 4,917,000 Kč,

so daß der Wert der dem Boden zurückgegebenen Nährstoffe einen Betrag von mehr als 10¼ Millionen darstellt, eine Summe, die für unsere Landwirtschaft sicherlich von großer Bedeutung ist.

Der Kreislauf der Stoffe in der Stärkefabrikation.

In der Tschechoslowakei besitzt die Kartoffelstärke die größte Bedeutung für die Stärkefabrikation. Die Kartoffeln werden zerrieben und aus dem Gereibsel die Stärke mittels Wasser herausgewaschen, bis nur die Pülpe übrig bleibt. Die Stärke wird in Absatzbottichen oder in Fluten absetzen gelassen, ein bis dreimal gewaschen und getrocknet.

Bei sorgfältiger Arbeit gewinnt man von 100 kg Kartoffeln 32,5 kg grüne oder 19,5 kg trockene Stärke, wovon etwa 10% = 2 kg auf zweites Produkt entfallen; entwässerte Pülpe erhält man 32 kg.

Nährstoffüberschlag:

	In 100 kg Kart.	In 19,5 kg Stärke	In 32 kg Pülpe	Im Abfallwasser (Unterschied)
Eiweißkörper	2 kg	0,03 kg	0,23 kg	1,74 kg
Stärkemehl	20 kg	16, kg	3,67 kg	0,33 kg
Fett	0,3 kg	0,0 kg	0,03 kg	0,27 kg
Asche	0,9 kg	0,06 kg	0,13 kg	0,74 kg
K_2O	560 g	2 g	10 g	548 g
P_2O_5	180 g	26 g	30 g	124 g
CaO	20 g	12 g	15 g	—

Die Eiweißkörper der Kartoffel gehen mit den löslichen Amiden zum großen Teile in das Abfallwasser über und sind die Ursache der Schaumbildung; ein Teil der unlöslichen Eiweißkörper bleibt in der Pülpe und erhöht deren Futterwert. Eine ganz unbedeutende Menge schließlich verbleibt in der Stärke selbst.

Die Stärke soll zur Gänze festgehalten werden, es läßt sich jedoch nicht verhindern, daß ganz geringe Mengen in das Abfallwasser gelangen, insbesondere dann, wenn sich viel Schaum bildet, der Stärke festhält. Der Trockensubstanzgehalt der Pülpe besteht zu mindestens 50% aus Stärke. Die löslichen Kohlehydrate gehen in das Abfallwasser über und sind mit den Eiweißkörpern die Ursache, daß es leicht in Fäulnis übergeht.

Das Fett wird aus den zerquetschten Zellen fast zur Gänze ausgeschlemmt.

Geringe Mengen Aschensubstanz verbleiben in der Pülpe, unbedeutende Mengen gelangen in die Stärke und ein großer Teil wird mit dem Abfallwasser fortgeschwemmt. Die Kalkmenge wird vermehrt, weil das Schlemmwasser niemals ganz rein ist. Da Stärke den Charakter einer Säure hat, bindet sie stets geringe Mengen von Metalloxyden, die ihrerseits dann einen gewissen Einfluß auf die Beschaffenheit der Stärke ausüben.

Märcker fand in 1 Liter Abfallwasser: 1134,2 mg organische Stoffe, 140,67 mg stickstoffhältige Stoffe und 723,8 mg Asche, darin 212,2 mg Kali, 56,6 mg Phosphorsäure, 37,4 mg Ammoniak und 3,8 mg salpetrige Säure. Man

kann das Abfallwasser am besten zur Wiesenbewässerung verwenden, oftmals läßt man es einfach in die Flüsse laufen.

Es geht daraus hervor, daß die Vollkommenheit des Kreislaufes in der Stärkefabrikation von der Ausnützung des Abfallwassers abhängt; wird es ausgenützt, so ist der Kreislauf der Nährstoffe fast vollständig, ist das Gegenteil der Fall, so muß die Stärkerei als unökonomische Industrie angesehen werden.

In Anbetracht dieser Umstände hat man versucht, das Kartoffelwasser durch Verfütterung an Haustiere zu verwerten, bislang mit wenig Erfolg. Man müßte entweder ein konzentriertes Abwasser gewinnen oder daraus die wertvollsten Abfallkörper isolieren.

K e t t e läßt das Reibsel auf Sieben ohne Aufspritzen von Wasser abtropfen; nach dem Sedimentieren wird das Wasser abgegossen und mit der Pülpe zur Verfütterung gebracht. S t e f f e n preßt das Wasser von den Kartoffelkuchen ab, H a š e k trennt es vom Gereibsel mittels der Zentrifuge und beide verdicken es, um zusammen mit der Pülpe ein für Futterzwecke geeignetes Produkt zu erhalten oder nach K r u i s zur Hefefabrikation zu verwenden.

Alle diese Methoden besitzen große Nachteile und haben sich daher in der Praxis nicht eingeführt.

Noch geringere Aussicht auf Erfolg hat das Ausflocken der Eiweißkörper aus dem Abfallwasser durch verschiedene Reagenzien und das Einfangen des Eiweißschlammes für Futterzwecke. Der Autor der vorliegenden Abhandlung schlägt vor, die Abfallwässer zur Fabrikation von Futterhefe zu verwenden, wodurch man nicht nur die Eiweißkörper, sondern auch einen Teil der biogenen Elemente, des Kalis und der Phosphorsäure der Verwertung zuführen würde.

K r e i s l a u f d e r S t o f f e i n d e r T r o c k n e r e i.

In der Trocknerei gibt es einen Kreislauf der Stoffe streng genommen nicht, weil das Trocknen nur eine Konservierungsmethode ist. Für die Tschechoslowakei hat bloß die Kartoffel- und Zichorientrocknerei Bedeutung.

Aus Kartoffeln werden entweder Schnitte oder Flocken erzeugt, aus Zichorie gewöhnlich nur Scheiben.

Aus 100 kg frische Kartoffeln mit 5% anhaftende Erde erhält man je nach dem Stärkegehalt (16—20%), 23 bis 27 kg Trockenkartoffel mit 12% Feuchtigkeitsgehalt; aus 100 kg Zichorie erhält man durchschnittlich 25 kg Trockenware.

Bei der Herstellung von Kartoffelflocken entfällt etwa 1% auf Schalen. Bei der Zichorientrocknung ergibt sich ein Abfall von etwa 1% auf Zichorienblüte.

Mit Rücksicht auf die Verwendung der Trockenprodukte besteht zwischen der Kartoffel- und Zichorientrocknerei ein großer Unterschied. Während die Trockenkartoffel größtenteils verfüttert wird (im Kriege wurde Kartoffelmehl zur Streckung von Brotmehl verwendet), und dadurch der größte Teil der dem Boden entzogenen Nährstoffe demselben mit dem Stallmist wieder zurückgegeben wird, dient die getrocknete Zichorie zur Herstellung von Kaffeesurrogaten und geht daher der Landwirtschaft zur Gänze verloren. Die Kartoffeltrocknerei ist demnach ein vollökonomisches Gewerbe, die Zichorientrocknerei

hingegen in Verbindung mit der Fabrikation von Kaffeesurrogaten eine unökonomische Industrie.

Mit Rücksicht darauf, daß es hier eigentlich keine Abfälle gibt, führen wir bloß die Analysen der Produkte an:

	Kartoffelflocken	Trockenzichorie
Feuchtigkeit	10,0 %	8 %
Eiweißstoffe	6,1 %	5 %
Fett	0,3 %	0,3 %
Kohlehydrate	78,9 %	78,0 %
Asche	3,1 %	4,0 %
K_2O	1,93 %	1,53 %
P_2O_5	0,62 %	0,50 %
CaO	0,07 %	0,28 %

Kreislauf der Stoffe in der Zuckerfabrikation.

Was die Brennereien für die armen Gebirgsgegenden bedeuten, das sind die Zuckerfabriken für die fruchtbaren Ebenen der Elbniederung, der Hanna und der südwestlichen Slowakei.

Die Rübenschnitzel werden nach dem Verfahren von Robert durch Diffusion entzuckert, der Diffusionssaft mit 2% Kalk (in Form von Kalkmilch) versetzt, dreimal saturiert und der Dünnsaft zu Dicksaft verkocht und nachher zu Füllmasse verarbeitet. Die Füllmasse wird zentrifugiert und ergibt das 1. Produkt und Sirup, der zu Nachprodukt verarbeitet wird. Als Abfallprodukt erhält man die Melasse.

100 kg Zuckerrübe ergeben 115 Diffusionssaft, 90 kg frische ausgelaugte Schnitte (= 75 kg abgepreßte Schnitte), 120 kg Diffusionswasser und 8 kg Saturationsschlamm.

Hierbei ergibt sich folgende Nährstoffbilanz:

	100 kg Zuckerrübe	75 kg Schnitte	2,4 kg Melasse	Sonstige Abfälle
Eiweißkörper	1,0 kg	0,6 kg	0,19 kg	0,21 kg
Zucker	16,4 kg	0,5 kg	1,00 kg	0,4 kg
Fett	0,1 kg	0,08 kg	0,003 kg	0,017 kg
Asche	0,81 kg	0,53 kg	0,25 kg	0,02 kg
K_2O	400 g	173 g	165 g	62 g
P_2O_5	110 g	90 g	1,5 g	18,5 g
CaO	50 g	40 g	14 g	—

Die Eiweißkörper koagulieren sowohl bei der Diffusion als auch bei der Saturation. Bei der Saturierung werden sie teilweise zu einfacheren Verbindungen bis zum Ammoniak herunter zerlegt, das dann bei der Saturation und beim Verdampfen und Verkochen entweicht. Da wir bisher keine zweckmäßige

Methode haben, das Ammoniak festzuhalten, so sind Stickstoffverluste unvermeidlich. Die Melasse enthält zwar genügend stickstoffhaltige Stoffe, echte Eiweißkörper, jedoch nur in geringer Menge. Es sind hier Aminosäuren, organische Basen und andere Stoffe, deren Stickstoff nach Andrlík schädlich ist, da 1 Teil Stickstoff etwa 27 Teile Rohrzucker bindet, so daß er nicht auskristallisiert.

Ein Teil des Stickstoffes verbleibt in den ausgelaugten Rübenschnitzeln (unlösliche Eiweißkörper), ein Teil geht in den Saturationsschlamm über (mitgerissene Eiweißkörper) und erhöht deren Futter-, bzw. Düngerwert. Eine geringe Menge endlich geht mit dem Abfallwasser verloren (Diffusions-, Brüdenwasser).

Fett kommt in den ausgelaugten Rübenschnitzeln nur in geringer Menge vor, der Rest wird in den Diffusionssaft gewaschen und bei der Saturation zerlegt, so daß nur ganz geringe Mengen in die Melasse gelangen. (Wird bei der Saturation oder beim Verdampfen zwecks Verhinderung der Schaumbildung Fett zugegeben, so finden wir davon mehr.)

Zucker bleibt in den ausgelaugten Schnitzeln etwa in einer Menge von $^1/_4\%$ zurück, eine unbedeutende Menge geht mit dem Diffusionswasser und mit dem von den Schnitzelpressen kommenden Wasser und schließlich mit dem Spülwasser verloren. Der Zucker, der in den Diffusionssaft übergeht, bindet sich beim Saturieren teilweise an Kalk und verbleibt im Saturationsschlamm, eine kleine Menge wird beim Verkochen und Verdampfen zersetzt. Bedeutende Mengen gehen in die Melasse über (etwa 1% und mehr), so daß die Gesamtverluste an Zucker bei der Zuckerfabrikation etwa 2% vom Zuckergehalt der Rübe ausmachen.

Invertzucker wird beim Saturieren in Säuren zerlegt, teilweise geht er in das Produkt über (der Gehalt an Invertzucker darf nicht mehr als 0,05% betragen) und in die Melasse.

Kali gelangt zu 70 bis 80% in den Diffusionssaft und wird beim Saturieren aus einigen Salzen (Oxalat, Phosphat) als Hydroxyd abgespalten, wodurch die dauernde Alkalität des Saftes bedingt wird. Ein unbedeutender Anteil wird in den Saturationsschlamm mitgerissen, der Rest geht in die Melasse über, wo er nach Andrlik die Hauptmasse der schädlichen Aschensalze ausmacht, denn 1 Teil hindert 6 Teile Zucker am Auskristallisieren. Wird die Melasse verfüttert, so gelangt das Kali in den Dünger und zurück auf den Acker, wodurch der Kreislauf in der Wirtschaft geschlossen wird. Wird die Melasse jedoch in der Melasse-Spiritusbrennerei verarbeitet, so gelangt das Kali in die Schlempe und wird daraus in Form von verschiedenen Kalisalzen gewonnen, die für die Wirtschaft einen Verlust bedeuten.

Die Phosphorsäure geht zu 70—80% in den Diffusionssaft über, aus dem sie beim Saturieren mit Kalk in den Saturationsschlamm gelangt, so daß in der Melasse nur unbedeutende Mengen zu finden sind.

Kalk gelangt zu 20% aus der Rübe in den Saft, wird aber dem letzteren in Form von Kalkmilch bei der Saturation zugesetzt, um eine alkalische Reaktion der Zwischen- und Endprodukte zu erzielen, wodurch sie vor der Zersetzung bewahrt werden. Deshalb sind alle Produkte der Zuckerfabrikation reich an

Kalk, wenngleich derselbe bei der Saturation zum großen Teile in Form von Saturationsschlamm abgeschieden wird.

Kalk wird auch den Zuckerfabriksabwässern zugesetzt, um nachteilige Zersetzungsvorgänge einzuschränken. Deshalb enthalten die Abwässer nach Breitenlohner im Liter: Organische Stoffe 531,8 mg, Stickstoff 101,5 mg, K_2O 53,5 mg, P_2O_5 8 mg und Ca O 269,9 mg; getrockneter Klärschlamm aus den Klärteichen enthält nach R. Hoffmann: Wasser 4,05%, Stickstoff 0,44%, P_2O_5 3,09%, K_2O 1,001%.

Unbedeutende Nährstoffmengen bleiben auch am Rohrzucker haften, der beispielsweise enthält: Saccharose 96,0%, Asche 0,9%, (darin K_2O 0,45%, P_2O_5 0,01% und Ca O 0,03%) organische Nichtzuckerstoffe 1,6% (und darin 0,02% Eiweiß und 1,105% Amide, Betain u. ähnl.). Beim Raffinieren des Zuckers gehen alle diese Stoffe in die Raffineriemelasse über, von der dasselbe gilt, was von der Rohzuckermelasse gesagt worden ist.

Von den Abfällen der Zuckerfabrikation werden die Rübenschnitzel immer durch Verfütterung verwertet. Sie enthalten beispielsweise: 6,25% Trockensubstanz, 0,3% Zucker, 0,27% Asche, 0,046% K_2O, 0,07% Ca O, 0,012% P_2O_5 und 0,09% Stickstoff.

Weiters wird der Saturationsschlamm als Düngemittel verwendet. Er enthält z. B. 54% Trockensubstanz, 1,5% Asche (darin 0,2% K_2O, 0,8% P_2O_5 und 25% Ca O), 1,5% Zucker, 1,662% Eiweißkörper (Stickstoff 0,25%).

Ein mehr oder weniger vollkommener Kreislauf hängt demnach von der Verwertung der Melasse und der Abfallwässer ab.

Die jährliche Produktion an Melasse beträgt in der Tschechoslowakei jährlich durchschnittlich etwa 1,400.000 q[1]). Darin sind enthalten (bei 5% K_2O, 0,05% P_2O_5, 0,2% Ca O und 2,4% N) 70,000 q K_2O, 700 q P_2O_5, 33600 q N und 2800 q Ca O. Wenn die Landwirtschaft hiervon zur Verfütterung und zur Herstellung von Futtermitteln 400,000 q (nicht ganze 29%) verbraucht, so geht daraus hervor, daß 71% in die Landwirtschaft nicht zurückkehren. Das sind in Nährstoffen ausgedrückt: 49,700 q K_2O, 497 q P_2O_5, 23,856 q N und 1960 q Ca O. Der Verlust an Nährstoffen ist jedoch auch bedeutend. Schultze hat berechnet, daß in einer Zuckerfabrik mit 4000 q Zuckerrübe Tagesleistung im Abfallwasser verloren gehen: 2,5 q K_2O, 0,5 q P_2O_5. Von der Richtigkeit dieser Berechnung überzeugen wir uns, wenn wir als Basis die vorhin angegebene Zusammensetzung des Abfallwassers und die Tatsache nehmen, daß auf 1 q Zuckerrübe mindestens 10 hl Wasserverbrauch kommt. Um diese Nährstoffe wenigstens zum Teil auszunützen, wurde in Deutschland der Vorschlag gemacht, im Abfallwasser Futterhefe zu kultivieren. Die Versuche sind anscheinend günstig ausgefallen. Trotzdem ist dieser Vorschlag in Zuckerfabriken schwer zu verwirklichen.

Wesentlich vorteilhafter löst bei uns die Frage des Kreislaufes der Stoffe die Zuckerfabrik nach Ing. Cukr und Komers.

Nach erfolgter Diffusion werden die Rübenschnitzel in Raks Pressbatterie abgepreßt, so daß es kein Abfallwasser aus den Diffuseuren gibt. Zum Diffusions-

[1]) Doppelzentner.

saft werden kleine Mengen Kalk zugefügt, wodurch die Eiweißkörper zur Ausflockung gebracht werden, und der sich ergebende Schlamm läßt sich zur Verfütterung verwenden (wie schon früher von Claasen vorgeschlagen). Der Saft wird zu Trockenrohzucker verarbeitet, wodurch dieser Fertigprodukt wird (Komplettzucker). Bei diesem Verfahren entsteht keine Melasse. Der Zucker kann aus dem Zuckersafte allerdings auch auszentrifugiert werden, wobei man Melasse erhält und sie in der mit der Zuckerfabrik verbundenen Landwirtschaft verwertet. Die nach dieser Methode arbeitende Zuckerfabrik soll angeblich gut prosperieren, und wenn diese Type in der Zukunft festen Fuß faßt, so darf man dafürhalten, daß man auch in der Zuckerfabrikation ein Analogon zur landwirtschaftlichen und gewerblichen Spiritusbrennerei haben wird.

Kreislauf der Stoffe in der Bierbrauerei.

In der Tschechoslowakei wird als Rohmaterial für die Bierbrauerei ausschließlich Gerste (meist Hanna- und böhmische Gerste) und Hopfen verwendet. Ersatzmaterialien kommen nicht in Betracht.

Die Gerste wird meist auf der Malztenne vermälzt, seltener kommt die pneumatische Mälzerei vor.

Das Bier wird nach dem Dekoktionsverfahren bei zwei- oder dreimaligem Maischen gebraut. Zur Gärung wird eine untergärige Hefe genommen, die sich die Brauereien meist selbst züchten.

Aus 100 Teilen Gerste erhält man 2 Teile Schwemmlinge, 250 Teile Weichwasser, 146 Teile gequellte Gerste, 140 Teile Grünmalz, 90 Teile Schwelkmalz, 80 Teile Darrmalz, 3 Teile Malzkeime, 86 Teile Lagermalz.

Farský (Nachrichten des agrochem. Institutes, 1880) gibt die chemische Zusammensetzung der einzelnen Produkte und Abfälle folgendermaßen an:

	Eiweißkörper	N-freie Extraktstoffe	Fett	Zellsubstanz	Asche
Gerste	11,17 %	75,57 %	2,32 %	8,29 %	2,65 %
Schwemmlinge	13,30 %	67,98 %	2,92 %	12,17 %	3,63 %
Grünmalz	11,20 %	75,31 %	1,94 %	8,90 %	2,65 %
Schwelkmalz	10,76 %	76,10 %	1,90 %	8,62 %	2,62 %
Lagermalz	10,96 %	76,60 %	1,96 %	8,07 %	2,41 %
Malzkeime	25,54 %	48,63 %	2,05 %	17,93 %	5,85 %
Weichwasser	0,5844%	0,2109%	0,0022%	—	0,1682%

100 Teile verkaufsfähiges Malz und 910 Teile Wasser ergeben 430 Teile Würze, nach dem Abfiltrieren 130 Teile Treber und 80 Teile Absüßwasser übrigbleiben. Zum Hopfen der Bierwürze braucht man 1,8 Teile Hopfen. Im Filterrückstand verbleiben 2 Teile ausgelaugte Hopfenblätter und auf dem Kühlschiff nach Abkühlung 3 Teile Trub.

Die abgekühlte Würze mit 3,2 Teilen dicker Hefe angestellt, so daß man nach der Vergärung 8 Teile Hefe, 9,3 Teile Faßgeläger, 406 Teile Jungbier und 395 Teile Schankbier erhält.

Die einzelnen Produkte und Abfälle enthalten nach F a r s k ý:

	Wasser %	Eiweißkörper %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Fett %	Zellstoff %	Asche %
Malz	6,24	9,52	70,74	2,27	8,50	2,72
Hopfen	12,37	11,27	20,88	5,03	44,82	5,62
Hefe	82,68	12,53	0,55	1,39	1,15	1,70
Treber	75,58	3,70	12,31	1,50	5,73	1,18
Süßgeläger	82,42	6,52	6,93	0,61	2,52	1,00
Maische	91,77	0,43	7,67	0,01	Spur	0,13
Ausgelaugter Hopfen	67,42	5,24	12,23	1,82	11,87	1,42
Bittergeläger	76,91	7,25	14,90	0,31	Spur	0,63
Würze	87,89	0,56	11,34	0,02	—	0,19
Anstellhefe	80,15	13,40	2,57	0,82	1,24	1,82
Jungbier	91,46	0,40	4,07	0,02	3,88	0,18
Faßgeläger	87,97	8,27	2,54	—	0,01	1,20
Schankbier	91,66	0,36	3,68	0,02	4,11	0,17

Die Nährstoffbilanz zeigt nachstehendes Bild:

	100 kg Gerste	395 l Bier	Abfälle
Eiweißkörper	10 kg	1,19 kg	8,81 kg
Kohlehydrate	64,1 kg	17,78 kg (26. 07 Alkohol)	20,25 kg
Fett	2,3 kg	0,0 kg	2,30 kg
Asche	2,2 kg	0,91 kg	1,29 kg
K_2O	480 g	280 g	200 g
P_2O_5	720 g	288 g	432 g
CaO	50 g	31 g	19 g

Die in der Gerste enthaltenen Eiweißkörper machen beim Mälzen und Würzekochen tiefgreifende Veränderungen durch. Beim Einquellen wird ein Teil der löslichen Stickstoffverbindungen ausgelaugt und gelangt in das Abfallwasser. Bei der Keimung werden die unlöslichen Eiweißkörper peptonisiert und in Albumosen, Peptone, Amide und Aminosäuren verwandelt, die dem Keimling als Nahrung dienen und in den Malzkeimen zur Ansammlung kommen. Beim Darren werden die koagulierbaren Eiweißkörper ausgeflockt und die Aminosäuren geben mit den Hexosen Kondensationsprodukte, welche Farbe und Geruch des Malzes bedingen.

Beim Maischen werden die Eiweißverbindungen des Malzes zunächst in triptische Derivate, dann zu Proteosen und Peptonen gespalten, die die Vollmundigkeit des Biers mitbedingen; die unvollkommene Spaltung der Eiweißkörper bewirkt das Trübwerden des Bieres und die Unterernährung der Hefe. Beim Kochen werden die koagulierbaren Eiweißkörper und Albumine ausgeflockt und gehen nachher mit dem Gewebeeiweiß und den Aleuronkörpern in die Treber (sie bilden darauf die „süße Trübe").

Beim Hopfen gehen die Eiweißkörper mit den Phlobaphenen unlösliche Verbindungen ein und tragen zur Kräuselung der Jungwürze bei, mit den Gerbstoffen geben sie in der Hitze lösliche Verbindungen, die jedoch in der Kälte wieder unlöslich werden, weshalb sie am Kühlschiff zur Ausscheidung gelangen und als „bittere Trübe" bezeichnet werden. Durch das Kochen gehen die Proteosen in Peptone und diese in Amide und Aminosäuren über, was für die nachfolgende Gärung vorteilhaft ist, da die Hefe diese Stoffe zu ihrer Ernährung braucht. In die Würze gehen aus dem Hopfen einige erwünschte Stickstoffkörper über, z. B. Asparagin, ein ausgezeichneter Nährstoff für die Hefe, das Cholin, das zur Bildung des Kohlendioxyds im Biere beiträgt und einen Bestandteil des Extraktes darstellt. Bei der Gärung nimmt die Hefe einfache stickstoffhaltige Stoffe auf und bildet daraus Eiweiß. Wahrscheinlich ist, daß sich hierbei ähnlich wie in der Spiritusbrennerei Spuren von Fuselöl bilden. Die übrigen Stickstoffkörper verbleiben im Bier und erhöhen dessen Nährwert. Manchmal sind sie allerdings die Ursache der Trübe; beim Pasteurisieren wird ein Teil der Eiweißkörper als feiner Satz ausgeschieden.

Die Kohlehydrate der Gerste erfahren ähnlich wie die Eiweißkörper tiefgreifende Veränderungen. Beim Einquellen wird ein Teil der löslichen Zuckerstoffe ausgelaugt und gelangt in das Abfallwasser; beim Keimen wird ein Teil der Stärke durch Enzyme umgewandelt und es entsteht Saccharose, die dem Keimling als Nahrung dient. Gleichzeitig werden einige Prozente Zucker durch Veratmung oxydiert. Bei der Keimung wird die Struktur des Kornes gelockert und die Stärke so umgeändert, daß sie später durch Enzyme gleich verzuckert werden kann. (Es wird die „Lösung" des Malzes erzielt.) Beim Darren wird eine kleine Menge Stärke verzuckert und die Saccharose invertiert, wobei die bereits erwähnte Reaktion mit der Aminosäure eintritt, andererseits werden auch die eigenen Zuckerstoffe kondensiert, wobei z. B. Invertzucker in Saccharose und diese teilweise in Stärke rückgebildet wird. Beim Maischen verkleistert die Stärke und verzuckert bei höheren Temperaturen zu Maltose und Dextrin im Verhältnis beispielsweise 60 zu 40; die Maltose vergärt zu Alkohol, die Dextrine vergären bei der Nachgärung des Bieres, zum Teile bleiben sie auch unverändert und nehmen an dem Extraktgehalt einen wichtigen Anteil. Beim Hopfen wird etwas Zucker auch aus dem Hopfen ausgelaugt. Bei fehlerhaften Maischen können die zusammengesetzten Kohlehydrate die Biertrübe herbeiführen („Stärke" — oder „Dextrintrübe").

Das Fett erfährt bei der Verarbeitung der Gerste zu Bier die geringsten Veränderungen. Bei der Keimung zersetzt es sich teilweise, sodaß etwa ¼ der Menge verloren geht, beim Darren kann es zur Erhöhung des Malzaromas beitragen und beim Maischen gelangt es größtenteils in die Treber.

Die Aschensalze der Gerste machen in der Bierbrauerei manche Veränderungen durch, weil sie sowohl mit Bestandteilen des Wassers als auch jenen des Hopfens in Reaktion treten.

Beim Einweichen werden etwa $^1/_5$ der Phosphorsäure und des Kalis ausgelaugt; beim Keimen wird das mineralische Phosphat aus dem Chitin freigemacht und die Aschensalze wandern in die Würzelchen, so daß die Malzkeime daran verhältnismäßig reich sind. Dies gilt besonders vom Kali, deshalb wird beim

Entkeimen der Kaligehalt etwas herabgesetzt, der Gehalt an Phosphorsäure wird jedoch im Malz erhöht.

Beim Maischen geht das saure phosphorsaure Kali durch den Einfluß der Karbonate des Wassers aus dem Malz in das alkalische sekundäre Phosphat über, wobei der Säuregehalt der Bierwürze erniedrigt wird. Dieser ungünstige Einfluß wird durch das Kalzium- und Magnesiumsulfat ausgeglichen, welche Verbindungen das sekundäre Phosphat in das primäre saure umwandeln, wodurch die Azidität der Bierwürze erhöht wird. Hierbei entsteht auch Kalziumphosphat, welches den Bruch der Bierwürze fördert. Sehr hartes Wasser ist für die Brauerei allerdings weniger vorteilhaft, weil die löslichen Phosphate in unlösliche übergeführt werden und dadurch die Bierwürze an den wichtigen Hefenährstoffen und an den Enzymaktivatoren ärmer wird. In den Trebern steigt die Menge der Phosphorsäure im Vergleich zu Kali, das leicht löslich ist und daher ausgelaugt wird. Die größte Zunahme weist der Kalkgehalt auf, da er aus dem Wasser zugeführt wird.

Im Bier ist verhältnismäßig viel Kali und Phosphorsäure enthalten u. z. in den organischen Verbindungen, welche den Nährwert des Bieres erhöhen.

Die Vitamine, die im Malz in großer Menge enthalten sind und wovon das Bier nichts enthält, weil die Hefe alles an sich genommen hat, sind im Bier nicht enthalten. Die Hefe ist demnach eine sehr reichlich fließende Quelle für Vitamine. Aus den Abfällen der Bierbrauerei werden die Biertreber, Malzkeime und ein Teil der Hefe verfüttert, wohingegen der ausgelaugte Hopfen, das bittere Geläger und das Faßgeläger verfüttert werden. Die Abwässer der Mälzerei (vor allem das Weichwasser) und auch der Bierbrauerei werden in den Kanal gelassen.

Würde man alle Abfälle der Bierbrauerei in der Wirtschaft verwerten, so würde bloß 42% Kali und 60% Phosphorsäure, durchschnittlich also die Hälfte der dem Boden entzogenen Nährstoffe, dem letzteren wieder zufließen, der Rest würde mit dem Bier verloren gehen. Die Bierbrauerei ist daher ein halbökonomisches Gewerbe.

Kreislauf der Stoffe in der Müllerei.

In den Mühlen werden die Brotfrüchte Weizen und Roggen vermahlen.

Aus 100 kg gereinigtem Weizen werden gewonnen: 9 kg 00 Mehl (Kaisermehl), 10 kg 0 Mehl (Vorschußmehl), 50 kg weißes Mehl Nr. 1, 2, 3, 4, weiters 1 kg Grieß, 12 kg Schwarzmehl, 15 kg Kleie und 3 kg Staub. Der Verlust ist in der Regel sehr gering.

Aus 100 kg gereinigtem Roggen erzeugt man: 5 kg Vorschußmehl A, 62 kg weißes Mehl B, 9 kg dunkles Mehl C, 2 kg Schwarzmehl D, 19 kg Kleie, 3 kg rechnet man auf Verstaubung.

Als Müllereiabfälle sind zu betrachten: Schwarzmehl, Kleie und Staub. Der letztere jedoch wird häufig der Kleie beigemischt, so daß der Landwirt regelmäßig nur Kleie aus der Mühle bekommt.

Die Eiweißkörper (hauptsächlich Aleuron), das Fett aus dem Keimling und die mineralischen Salze gehen zum großen Teile in die Kleie über, die Stärke verbleibt im Mehl. Weizen- und Roggenkleie sind relativ dreimal so reich an Asche als Weizen- bzw. Roggenkörner. Betrachten wir nacheinander die besten Mehle, die schlechten Mehle und die Kleie, so nehmen wir wahr, daß der Kali-

gehalt der Asche abnimmt, wohingegen der Gehalt an Phosphorsäure fast unverändert bleibt. Der Kalkgehalt bleibt sich gleich, der Gehalt an Magnesia nimmt zu.

Die Nährstoffbilanz stellt sich folgendermaßen dar:

	100 kg Weizen	15 kg Kleie	Produkte	100 kg Korn	100 kg Kleie	Produkte
Eiweißkörper	13,2 kg	1,68 kg	11,52 kg	11,2 kg	2,60 kg	8,60 kg
Kohlehydrate	61,2 kg	5,40 kg	55,80 kg	60,5 kg	9,23 kg	51,27 kg
Fett	1,6 kg	0,46 kg	1,14 kg	2,0 kg	0,55 kg	1,45 kg
Asche	1,7 kg	0,66 kg	1,04 kg	1,7 kg	1,05 kg	0,65 kg
K_2O	550 g	239 g	311 g	540 g	283 g	257 g
P_2O_5	820 g	346 g	474 g	820 g	494 g	326 g
CaO	60 g	31 g	29 g	50 g	36	14 g

Die Vitamine gelangen in die Kleie, wohingegen die vorderen Mehle fast vitaminfrei sind. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, muß man dem Einheitsmehle gegenüber den weißen Mehlen den Vorzug geben.

In der Kleie werden der Wirtschaft zurückgegeben etwa 43% K_2O, 42% P_2O_5, bei Roggenkleie 52% K_2O und 60% P_2O_5, daher in den Brotfrüchten etwa die Hälfte der dem Boden entnommenen Nährstoffe. In Wirklichkeit sind diese Mengen größer, weil in den bäuerlichen Haushalten bedeutende Mengen Mehl, besonders Roggenmehl verbraucht werden.

Es ist daher auch die Müllerei eine halbökonomische Industrie. Da wir in der Brotfruchterzeugung nicht selbstgenügsam sind, so ist es besser, Getreide zuzukaufen und hier zu vermahlen, als Mehl einzuführen. Auf diese Weise werden die Mühlen beschäftigt und, was besonders wichtig ist, es wird auch Kleie als wertvolles Abfallprodukt gewonnen, worin große Mengen von Mineralstoffen und Stickstoff als Bodennährstoffe enthalten sind.

Kreislauf der Stoffe bei der Ölgewinnung.

Die landwirtschaftliche Ölgewinnung hat heute nicht mehr die Bedeutung wie in früheren Zeiten, weil das Öl zahlreichen Konkurrenten unterlegen ist (bei der Beleuchtung dem Leuchtgas, Petroleum, Azetylen, als Schmiermittel den Mineralölen usw.), und weil die Menge der im Inlande erzeugten Rohstoffe für die Ölfabrikation (Leinsamen, Raps) ständig im Abnehmen begriffen ist. Deshalb bleibt die Ölindustrie auf einzelne große Betriebe beschränkt, die außer einheimischem vorwiegend fremdes Rohmaterial verarbeiten.

Die Ölkuchen sind ein sehr wertvolles eiweißreiches Futtermittel, mit dem auch ein Teil der dem Boden entzogenen Nährstoffe zurückgegeben wird. Die Wirtschaftlichkeit dieser Industrie hängt allerdings von der Verwertung des Gipses und Waschwassers zur Düngung mit ab. Da der erstere in der Regel als Dünger verwendet wird, kann man die Ölgewinnung auch als eine halbökonomische Industrie bezeichnen.

Aus 100 Teilen Raps erhält man 28 Teile Rohöl und 72 Teile Ölkuchen. Zur Reinigung des Rohöles verbraucht man 0,5 Teile konzentrierte Schwefelsäure

und zu deren Neutralisierung 0,6 Teile Kalk und man erhält sodann 27 Teile reines Öl und 0,8 Teile Gips. Die Bilanz des Nährstoffkreislaufes stellt sich folgendermaßen dar:

	100 kg Raps	72 kg Ölkuchen	Verlust in Öl, Gips und Waschwasser
Eiweißkörper	19,4 kg	19,1 kg	0,3 kg
Kohlehydrate	9,9 kg	9,6 kg	0,3 kg
Fett	45,0 kg	18,0 kg	—
Asche	3,9 kg	2,6 kg	0,1 kg
K_2O	860 g	331 g	529 g
P_2O_5	880 g	180 g	700 g
CaO	630 g	569 g	61 g

Kreislauf der Stoffe in der Flachsbereitung.

Flachs ist die einzige Textilpflanze der Tschechoslowakei, welche hier gebaut und verarbeitet wird, und zwar nicht nur zur Fasergewinnung, sondern auch nach erzielter Gelbreife zur Gewinnung der Samen. Aus 110 Teilen Trockenflachs erhält man 100 Teile Flachsstengel und 10 Teile Samen; aus 100 Teilen Flachsstroh gewinnt man 50 Teile Röstflachs, 35 Teile Brechflachs, 21 Teile gehechelten Flachs neben 49 Teilen Ennen, 10,5 Teile Schwingflachs und 10,5 Teile Werg.

Nachdem von den Abfällen der Flachsbereitung kein einziger als Futtermittel Verwendung findet, erscheint es überflüssig, den Kreislauf der organischen Stoffe zu beachten, sondern wir befassen uns nur mit den anorganischen Stoffen, deren Kreislauf sich folgendermaßen gestaltet:

	100 kg Flachsstroh	21 Teile Faser und Werg	49 Teile Ennen (Scheben)	Staub und Weichwasser
K_2O_5	186 g	10 g	84 g	92 g
P_2O_5	40 g	6 g	17 g	17 g
CaO	513 g	34 g	390 g	89 g

Bei der Wasserröste gehen in das Weichwasser hauptsächlich die organischen Stoffe über und fast die Hälfte der Aschensubstanz; eine kleine Menge der anorganischen Stoffe verbleibt auch in der Lein- und Wergfaser, die zweite Hälfte ist in den Ennen enthalten.

Die Ennen werden als Einstreu verwendet oder verbrannt und die Asche auf das Feld gestreut. Das Weichwasser wird gewöhnlich unausgenützt abgelassen. So verbleiben in der Wirtschaft etwa 45% K_2O und 43% P_2O_5.

Da der Leinsame in die Ölfabrik gelangt, aus der Verarbeitung der Flachsstengel sich keine Futtermittel ergeben und aus den Ennen, auch wenn sie in der Wirtschaft verbleiben, weniger als die Hälfte der entnommenen Nährstoffe Verwertung finden, ist die Flachsindustrie als wenig ökonomisch anzusehen.

Schlußwort.

Teilen wir die landwirtschaftlichen Gewerbe nach dem Gesichtspunkte ein, wieviel anorganische Nährstoffe in das Landgut zurückkehren, falls alle Abfälle verwertet würden, so erhalten wir die nachstehende Reihenfolge:

Vollökonomische Industrien: Kartoffeltrocknerei (für Futterzwecke), landwirtschaftliche Spiritusbrennerei, Zuckerfabrikation, Stärkerei, Ölmüllerei;

halbökonomische Industrien: Müllerei, Bierbrauerei;

wenig ökonomische Industrien: Flachsbereitung;

unökonomische Industrien: Zichorientrocknerei verbunden mit Zichorienfabrikation.

Nehmen wir jedoch Rücksicht darauf, wie in Wirklichkeit die Abfälle verwertet werden, so erhalten wir folgende Reihenfolge:

Vollökonomische Industrien: Kartoffeltrocknerei für Futterzwecke, landwirtschaftliche Spiritusbrennerei;

halbökonomische Industrien: Müllerei, Bierbrauerei, Zuckerfabrikation, Ölmüllerei;

wenig ökonomische Industrien: Flachsbereitung, Stärkerei;

unökonomische Industrien: Zichorientrocknerei mit Zichorienfabrikation.

La valeur des phosphates polonais comme engrais phosphatés.

Par Wł. Vorbrodt,

Professeur et directeur de l'Institut de Chimie Agricole de l'Université des Jagellons à Cracovie.

La question relative à l'emploi de la poudre de phosphates comme engrais appliqué directement au sol, doit toujours encore être considérée comme non résolue, en dépit des recherches plutôt nombreuses en rapport avec ce sujet; et pourtant il s'agit là d'un problème dont l'importance n'a fait que croître depuis la guerre, vu que le prix des engrais phosphatés a non seulement augmenté en lui-même, mais qu'il a également subi une majoration par rapport au prix d'avant-guerre de la plupart des autres engrais. La quantité des scories Thomas de bonne qualité, qu'on obtient par l'emploi des convertisseurs de Bessemer, est menacée d'une diminution, parceque cette méthode cède la place à d'autres procédés concernant le traitement de la fonte, qui permettent de réaliser de plus grands bénéfices. Enfin, si notre attention se porte sur la possibilité pour un pays de produire autant d'engrais phosphatés qu'il lui en faut, nous ne manquerons pas d'observer qu'une très grande partie des États européens, est obligée d'importer des phosphates pour servir à la fabrication des superphosphates et qu'ils sont loin de produire tous la quantité de scories Thomas, nécessaire pour satisfaire les besoins de leur agriculture.

Si par conséquent il était possible de se servir comme d'un engrais des phosphates friables qu'on trouve certainement dans de nombreuses régions de l'Europe, cette utilisation serait d'une grande importance pour différents pays. C'est pourquoi j'ai cru utile de renseigner les milieux intéressés sur les résultats des recherches concernant les phosphates polonais, que nous étudions depuis plusieurs années à l'Institut de Chimie Agricole de l'Université des Jagellons à Cracovie.

Les recherches des minéralogistes et des géologues polonais, parmi lesquelles il faut citer en premier lieu celles du Professeur Tokarski de Lwów, nous ont appris que dans le crétacé, on trouve dans une série de localités en Pologne, des couches riches en phosphates. Dans deux de ces localités, notamment à Niezwiska sur le Dniestr dans la Petite-Pologne Orientale, puis à Rachów sur la Vistule non loin de Lublin, on entreprit d'évaluer la richesse des couches contenant des phosphates. Ces recherches ont montré que la richesse en phosphates des couches en question était considérable et que pour Niezwiska, elle méritait même d'être appelée très grande.

Nous devons à Mr. Strzemieński le premier travail (1923) sur la valeur des phosphates de Niezwiska, utilisés comme engrais. Dans une

série d'expériences sur des cultures en pots, cet auteur a semé de l'avoine dans du sable, auquel il avait ajouté comme fumure fondamentale, de l'engrais azoto-potassique (0.7 d'azote sous la forme de sulfate d'ammonium et 0.3 de N sous celle de nitrate de sodium). Quant au phosphore, il fut appliqué soit sous la forme d'une poudre fine obtenue par la mouture d'une roche phosphatée contenant 8.4 p. c. de PO et 17.1 p. c. de CO_2, soit comme poudre fabriquée uniquement avec des concrétions phosphatées, dont la teneur en P_2O_5 s'élevait à 25.2 p.c. et celle en CO_2 à 9.4 p. c. Pour pouvoir apprécier le degré de l'efficacité de ces poudres, on établit également plusieurs cultures en pots, contenant du phosphate précipité ($CaHPO_4$), c'est-à-dire de l'engrais phosphaté facilement assimilable. Tandis que la poudre de roche phosphatée, riche en carbonates, n'exerçait comme fumure qu'une influence minime, on s'aperçut que la poudre de concrétions phosphatées était pour l'avoine une source accessible de phosphore, de sorte que l'excédent de récolte obtenu par son application, s'élevait à 4/5 de celui qu'on avait observé après l'emploi de phosphate bicalcique. Cette expérience avait par conséquent donné des résultats capables d'encourager les recherches ultérieures qui en effet furent reprises en 1925 par Mr. Tereszczenko. Dans ses expériences, cet auteur s'est servi de la même poudre de concrétions phosphatées provenant de Niezwiska qu'avait précédemment employée Mr. Strzemieński, toutefois le plan des épreuves fut modifié de deux façons. Au lieu de remplir les pots, de sable, on y mit de la terre argileuse assez lourde, facilement acidifiable, provenant de la région subcarpatique, où elle s'était formée par la décomposition de grès de flysch. Quant à l'engrais azoté, en dehors d'une fumure physiologiquement acide, représentée par le sulfate d'ammonium, on en a appliqué également une autre physiologiquement neutre, soit on s'est servi de nitrate de potassium et de nitrate d'ammonium. Pour pouvoir juger de l'efficacité de la poudre de phosphates, on a eu recours à des cultures contenant du phos-

Tableau I.

Série	Fumure (par pot)	Grain		Paille	
		Récolte moyenne grammes	En p. c. de la récolte de la Série VI	Récolte moyenne grammes	En p. c. de la récolte de la Série VI
I	Sans P_2O_5 KN physiol. neutre	11.24	35	27.50	65
II	Phosphate 0.5 gr P_2O_5 KN physiol. neutre	30.21	93	42.24	100
III	Phosphate 1 gr P_2O_5 KN physiol. neutre	32.35	100	44.39	105
IV	Phosphate 0.5 gr P_2O_5 KN physiol. acide	31.98	99	43.69	103
V	Phosphate précipité 0.5 gr P_2O_5 KN physiol. neutre	30.72	95	44.75	106
VI	Scories Thomas 0.5 gr P_2O_5 KN physiol. neutre	32.39	100	42.38	100

phate précipité et à d'autres, auxquelles on avait ajouté des scories Thomas. On mettait dans chaque pot 6.5 kg de terre fraîche (quantité équivalant à 5.5 kg de terre sèche), puis l'en introduisait des engrais phosphatés, dont la quantité correspondait à 0.5 ou à 1.0 gr. de P_2O_5 par pot. Le nombre de cultures traitées de la même façon, s'élevait à 5 ou 6. Le tableau I nous renseigne sur la moyenne des récoltes préalablement séchées à l'air.

Nous nous apercevons en comparant les chiffres réunis dans la deuxième colonne de ce tableau, que lorsque les doses de P_2O_5 étaient les mêmes et lorsqu'on avait eu recours à la fumure KN, physiologiquement neutre, les cultures dans lesquelles on avait introduit de la poudre de phosphates (série II), ont donné une récolte moyenne de grain, un peu inférieure à la quantité obtenue pour les cultures, où l'on avait appliqué des scories Thomas, vu que la prémière de ces récoltes représentait 93 p. c. de la seconde. Comparée aux résultats de la série I, dans laquelle on s'était passé d'engrais phosphaté, la récolte de grain obtenue des cultures de la série II, où l'on avait employé de la poudre de phosphates, était à peu près trois fois supérieure. Par le fait d'augmenter la dose de poudre de phosphates jusqu'à 1.0 gr. de P_2O_5 par pot (série III), on put déjà obtenir une récolte qui ne cédait en rien à celle qu'on avait obtenue en appliquant des scories Thomas. Nous voyons par conséquent que même sans fumure azotée physiologiquement acide, la plante pouvait fort bien se développer dans une terre additionnée de poudre de phosphates. L'emploi de sulfate d'ammonium a dû sans doute rendre plus facile à la plante l'exploitation du phosphore que contenait la poudre de phosphate, car déjà après avoir appliqué 0.5 gr. de P_2O_5 par pot (série IV), on put avoir des récoltes pareilles à celles qu'on obtenait en appliquant la même dose de scories, lorsque la fumure était physiologiquement neutre.

Il faut encore ajouter que la terre employée dans cette expérience, était loin de mériter d'être qualifiée d'acide, vu que la réaction de l'extrait aqueux

Tableau II.

Série	Fumure	Quantité de P_2O_5 introduit dans la terre mg	Quantité de P_2O_5 dans une récolte moyenne provenant d'un pot mg	Excédents de P_2O_5, comparés avec le contenu d'une récolte moyenne mg	Utilisation en p. c. du P_2O_5 introduit avec l'engrais
I.	KN physiol. neutre	sans P_2O_5	76.9	—	—
II.	KN physiol. neutre Phosphate	500	223.5	146.2	29.3
III.	KN physiol. neutre Phosphate	1000	263.3	186.4	18.6
IV.	KN physiol. acide Précipité	500	261.1	184.2	36.8
V.	KN physiol neutre Scories Thomas	500	240.5	163.6	32.7
VI.	KN physiol. neutre	500	250.5	173.6	34.7

préparé avec elle, correspondait à $P_h = 6.1$, tandis que la réaction de l'extrait de cette terre à base d'une solution de n/l KCl, équivalait à $P_h = 4.9$. Après avoir fini l'expérience, on déterminait encore une fois la réaction de la terre que contenaient les pots et l'on put se rendre compte ainsi qu'une certaine acidification ne s'était produite que là, où l'on avait ajouté du sulfate d'ammonium.

On dosait l'acide phosphorique dans les récoltes obtenues au cours de cette expérience, pour pouvoir calculer en pour-cents la quantité de P_2O_5 tirée de l'engrais, en comparant la teneur en P_2O_5 des récoltes provenant de cultures auxquelles on avait appliqué de l'engrais phosphaté sous différentes formes, avec la quantité de ce composant dans les récoltes provenant de pots, dont la terre n'avait en général pas été fumée avec un engrais phosphaté quelconque. Nous avons réuni dans le tableau II, les chiffres en rapport avec cette question.

La dernière colonne du tableau ci-dessus qui nous renseigne sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique fourni dans les engrais, nous apprend également qu'en appliquant une fumure physiologiquement neutre, la quantité d'acide phosphorique tirée de la poudre des phosphates, puis du phosphate précipité et des scories Thomas, après avoir employé les mêmes doses de ces engrais, s'élevait à 29.3, respectivement à 32.7 ou à 34.7 p. c. de toute la quantité ajoutée. Dans la série IV, où la fumure appliquée était physiologiquement acide, la quantité d'acide phosphorique tiré, atteignait 36.8 p. c.; pourtant ce chiffre n'était probablement pas tout à fait exact mais sans doute trop élevé, parce que, grâce à la fumure physiologiquement acide, les plantes pouvaient également absorber de la terre plus de P_2O_5, qu'elles n'en avaient assimilé dans les cultures de la série I, auxquelles on avait ajouté de la fumure physiologiquement neutre et sur lesquelles s'appuyaient les calculs en vue de déterminer l'excédent d'acide phosphorique tiré non de la terre, mais provenant des engrais.

Quoi qu'il en soit, nous devons reconnaître qu'en ce qui concerne l'assimilabilité du phosphore, la poudre de phosphates ne cédait que très peu aux scories Thomas, du moins dans les conditions où avait lieu l'expérience.

En 1926, on entreprit une troisième fois des expériences sur des cultures en pots, dans le but, d'établir la valeur des phosphates de N i e z w i s k a employés comme engrais, mais à côté des premiers, on se servit alors la première fois de poudre de phosphates de R a c h ó w. Ces expériences comprenaient 11 séries, dont chacune à quatre cultures en pots, ensemencées d'avoine. Ce furent les assistants de l'Institut de Chimie Agricole qui s'occupèrent de la plus grande partie des épreuves, quoiqu'un certain nombre de celles-ci eût été exécuté par des étudiants de la Faculté d'Agriculture de l'Université des Jagellons; en effet, ce fut Mr. N i d a qui veilla sur les séries IV et V, tandis que Mr Z a k r z e w s k i s'occupa des séries VIII et IX.

Afin de pouvoir se rendre compte de l'action des deux espèces de poudres de phosphates, on ajouta du phosphate bicalcique dans la série XI. Dans les séries I, III, IV, VI, VII, VIII, X et XI, la fumure KN employée était physiologiquement neutre, et ce n'est que dans les séries II, V et IX, qu'elle était physiologiquement acide. On avait introduit une modification importante dans les procédés appliqués au cours des années précédentes; elle consistait à ajouter aux épreuves la série supplementaire II, où les cultures furent privées d'engrais

phosphaté et où la fumure KN physiologiquement acide, permettait à elle seule aux plantes de puiser des élements nutritifs phosphorés dans les réserves que contenait la terre. Grâce à cette série, nous disposions d'un critérium nous permettant d'évaluer les excédents des récoltes, attribuables à l'action des deux espèces de poudres de phosphates, en présence d'une fumure physiologiquement acide. Nous avons adopté la quantité de 1.0 gr. de P_2O_5 par pot, comme dose fondamentale d'engrais phosphaté, tandis que dans les séries où la fumure était physiologiquement neutre, nous avons ajouté en plus, des doses plus faibles ou plus fortes de P_2O_5, notamment 0.5, respectivement 1.5 gr. d'acide phosphorique par pot. Les pots furent remplis de terre provenant du même champ que l'année dernière. La réaction de la terre était à peu près neutre, vu que le P_h de l'extrait aqueux qu'on en avait préparé, équivalait à 6.8. Quant aux cultures auxquelles on avait appliqué la fumure fondamentale KN physiologiquement neutre, on y observait également une réaction presque neutre pendant toute la période de développement des plantes. Enfin, dans les cultures auxquelles on avait appliqué une fumure physiologiquement acide, on vit la réaction évoluer légèrement dans le sens de l'acidité; il ne s'agissait du reste que d'une acidification peu importante, vu que le P_h des extraits aqueux n'était pas tombé au-dessous de 6.0 le jour de la récolte.

Le tableau III nous renseigne sur le plan suivi en appliquant la fumure.

Nous avons indiqué de plus dans ce tableau, les récoltes moyennes de grain et de paille, obtenues dans chaque série à 4 cultures chacune. Ces valeurs moyennes ont été calculées aussi bien comme valeurs absolues que comme valeurs relatives, par rapport aux récoltes obtenues après l'application de phosphate bicalcique, que nous avons considéré comme égales à 100. Lorsque nous examinons les chiffres relatifs aux récoltes notées dans ce tableau, nous ne tardons pas à nous apercevoir que l'actions des deux espèces de poudres de phosphates était en général moins forte que l'année précédente. En effet, les récoltes des cultures auxquelles on en avait ajouté, étaient sensiblement inférieures à celles qu'on avait obtenues après l'application de phosphate bicalcique, en présence d'une fumure physiologiquement neutre. Même lorsque la fumure était physiologiquement acide, l'action des phosphates était nettement plus faible qu'après l'emploi de phosphate bicalcique. Quoi qu'il en soit, l'une et l'autre poudre de phosphates avaient provoqué des excédents sérieux de récoltes, aussi bien en ce qui concerne le grain que la paille. En effet, si comme point de départ de la comparaison, nous considérons les récoltes obtenues dans la série I privée de phosphore, où l'on avait employé une fumure physiologiquement neutre, nous nous apercevons que l'excédent de grain observé après l'application du phosphate de N i e z w i s k a, s'élevait à environ 80 p. c., et que l'excédent de paille récoltée atteignait à peu près 60 p. c., sans parler de la circonstance que les récoltes ne dépendaient que dans une très faible mesure de la dose de poudre de ces phosphates. En revanche, le phosphate de R a c h ó w a provoqué des différences plus appréciables dans les quantités des produits récoltés, différences qui augmentaient en proportion de la dose de poudre employée, de sorte que les excédents de récolte ont atteint 100 p. c. pour le grain et se sont élevés à plus de 70 p. c., en ce qui concerne la paille. La fumure physio-

Tableau III.

Série	Fumure		Grain (grammes)	Paille (grammes)	Grain (en p. c. des récoltes de la Série XI)	Paille (en p. c. des récoltes de la Série XI)
I	KN physiol. neutre	Sans P_2O_5	11.6	13.4	34.5	36.7
III		Phosphate de Niezwiska 0.5 gr P_2O_5	20.6	20.8	61.1	56.8
IV		Phosphate de Niezwiska 1.0 gr P_2O_5	20.5	21.8	60.7	59.5
VI		Phosphate de Niezwiska 1.5 gr P_2O_5	21.2	22.0	63.0	60.1
VII		Phosphate de Rachów 0.5 gr P_2O_5	18.6	20.2	55.3	55.2
VIII		Phosphate de Rachów 1.0 gr P_2O_5	20.7	22.2	61.5	60.1
X		Phosphate de Rachów 1.5 gr P_2O_5	23.6	23.4	70.1	64.0
XI		$CaHPO_4$ 1.0 g P_2O_5	33.7	36.6	100	100
II	KN physiol. acide	Sans P_2O_5	14.8	18.4	44.0	50.1
V		Niezwiska 1.0 gr P_2O_5	28.8	28.8	85.3	78.6
IX		Rachów 1.0 gr P_2O_5	29.8	30.2	88.3	82.4

logiquement acide a eu répercussion très heureuse sur l'action exercée par les deux espèces de poudres de phosphates. Ainsi, la récolte de grain a fortement augmenté, pour atteindre 85 à 88 p.c. de celle qu'avait donnée l'application de phosphate bicalcique, et la récolte de paille s'élevait à 78—82 p. c. du maximum atteint après l'emploi de cet engrais. Lorsqu'on compare ces résultats avec la récolte de la série II, privée de phosphore, qui a donné une récolte supérieure à celle de la série I, probablement grâce à une fumure physiologiquement acide, on se trouve également en présence d'un tableau qu'on ne peut appeler que très satisfaisant. Par le fait d'avoir appliqué de la poudre de phosphates, la récolte de grain a été presque doublée et la quantité de paille a augmenté de plus de 50 p. c.

Encore une fois, nous avons une preuve que les deux phosphates employés celui de Niezwiska et celui de Rachów, ont exercé une action très efficace comme engrais, même lorsqu'on les appliquait à un sol à peu près neutre et sans le concours d'une fumure physiologiquement acide.

Dans le courant de cette année, on entreprit enfin d'autres expériences sur des cultures en pots. Elles ont été dirigées par le Dr. Koehler, adjoint à l'In-

stitut de Chimie Agricole, en collaboration avec les assistants occupés dans celui-ci. Dans ces expériences, on se proposait de comparer l'efficacité de plusieurs espèces de phosphates, provenant de différentes localités de la Pologne. On étudia notamment les phosphates de Niezwiska et de Rachów, qui avaient déjà précédemment été l'objet de recherches, comme on procéda à des épreuves sur des phosphates de Nasiłów près de Kazimierz sur la Vistule et de Kutyska près de Niźniów sur le Dniestr; on s'occupa enfin de ceux de Smordwa, dans les environs de Pełcza en Volhynie. On se servit de deux échantillons différents de phosphates de Rachów; l'un, pareil au matériel employé antérieurement, avait été tiré des couches émergeant à la surface du sol où les concrétions de phosphates sont éparses dans le sable; quant à l'autre échantillon, il provenait de la couche rocheuse primitive, renfermant des concrétions de phosphates et occupant à Rachów une grande étendue, de sorte qu'elle représente des réserves de phosphates dont la richesse n'a pu encore être exactement évaluée. Nous parlerons par conséquent de phosphates de Rachów tirés de la surface du sol et d'autres, provenant des couches profondes.

Dans les expériences en question, on remplissait les pots de „podsol" qu'on avait fait venir des environs de Puławy sur la Vistule. Le P_h de son extrait aqueux, s'élevait à 6.7, tandis que celui de l'extrait à base de KCl, tiré de cette terre, équivalait à 5.6. Dans chaque pot on mettait 7 kg. de terre fraîche (quantité qui correspondait à 6.4 kg de terre sèche), puis comme dans les expériences précédentes, la terre contenue dans les pots était ensemencée d'avoine. Comme fumure azotée, on employait du nitrate d'ammonium, dont la quantité correspondait à 1.0 gr d'azote par pot, de sorte que la fumure fondamentale pouvait être considerée comme physiologiquement neutre. Nous avons déterminé la réaction de la terre après la récolte et appris ainsi, qu'il ne pouvait pas être question de son acidification. Toutes les espèces de poudres de phosphates étaient appliquées en deux portions, dont l'une, plus petite, correspondait à 0.5 gr de P_2O_5 par pot, tandis que l'autre, plus forte, contenait 1.5 gr de P_2O_5 par culture. Quant au phosphate précipité employé pour pouvoir établir une comparaison, on en appliquait des doses correspondant à 0.5 gr de P_2O_5 par pot.

Les résultats que donnèrent les récoltes de grains et de pailles de quatre cultures, étaient plutôt concordants, sauf dans la série IIIa (petite dose de phosphates de Nasiłów), où une culture avait donné une récolte très maigre, de sorte qu'il fallut la négliger en calculant les récoltes moyennes, qu'on trouvera indiquées dans le tableau IV.

Lorsque nous examinons les données réunies dans ce tableau, nous ne tardons pas à nous apercevoir, qu'en ce qui concerne les phosphates, les expériences de cette année ont donné les résultats bien supérieurs à ceux de l'année précédente. En effet, les récoltes le plus pauvres en grain et en paille, obtenues en appliquant de la poudre de phosphates, étaient supérieures aux récoltes le plus abondantes d'alors. La comparaison avec les résultats de l'emploi du phosphate précipité nous autorise également à reconnaître la grande valeur de toutes les poudres de phosphates dont on s'était servi comme engrais. Après avoir appliqué une petite quantité de phosphates, dont le contenu de P_2O_5 correspondait à la dose

Tableau IV.

Série	Phosphate provenant de	Grain		Paille	
		grammes	Par rapport à la récolte de la Série VIII considérée comme 100	grammes	Par rapport à la récolte de la Série VIII considérée comme 100
I	Sans phosphate	19.60	67	25.38	67
IIa	Kutyska 0.5 g P_2O_5	25.76	88	31.91	85
IIb	Kutyska 1.5 g P_2O_5	26.94	92	32.41	86
IIIa	Nasiłów 0.5 g P_2O_5	26.70	91	30.93	82
IIIb	Nasiłów 1.5 g P_2O_5	27.08	92	32.07	85
IVa	Rachów „de la surface" 0.5 g P_2O_5	25.73	88	30.70	82
IVb	Rachów „de la surface" 1.5 g P_2O_5	27.87	95	32.60	87
Va	Rachów „de la couche profonde" 0,5 g P_2O_5	25.29	86	31.52	84
Vb	Rachów „de la couche profonde" 1.5 g P_2O_4	28.10	96	33.78	90
VIa	Niezwiska 0.5 g P_2O_5	26.17	89	31.58	84
VIb	Niezwiska 1.5 g P_2O_5	27.49	94	32.38	86
VIIa	Smordwa 0.5 g P_2O_5	25.07	85	31.55	84
VIIb	Smordwa 1.5 g P_2O_5	28.26	96	32.97	88
VIII	Phosphate précipité 0.5 g P_2O_5	29.40	100	37.60	100

de phosphate précipité, on obtint des récoltes de grain variant entre 85 et 91 p. c. des récoltes qu'avait données le précipité, tandis que les récoltes de paille s'élevaient à 82—85 p. c. de celles qu'on avait observées après l'emploi de ce dernier engrais. Lorsque les doses de poudre de phosphates étaient plus fortes, les récoltes de grain se rapprochaient des quantités obtenues après avoir appliqué du précipité, vu qu'elles variaient entre 92 et 96 p. c. de celles-ci. Les différences étaient cependant plus sensibles en ce qui concerne la paille, car elles variaient entre 85 et 90 p. c. des quantités récoltées après l'emploi de phosphate précipité.

Il sera peut-être intéressant d'attirer l'attention sur les récoltes qu'on obtint dans la série I, privée de phosphore. C'est surtout la récolte de grain qui a dépassé ici les résultats des années précédentes. Quoique considérée comme pauvre en phosphore, la terre ayant servi aux expériences de cette année, renfermait probablement une quantité suffisante de ce composé, pour produire une récolte de grain assez satisfaisante. C'est pourquoi, si nous voulions calculer les excédents des récoltes de grain obtenues dans les expériences de cette année, nous nous apercevrions qu'ils étaient inférieurs à ceux des années précédentes.

Toutes les fois qu'on avait augmenté la dose de phosphate, on voyait s'accroitre en même temps le rendement en grain et en paille, quoique le surplus obtenu n'eût pas été le même après l'application des différents phosphates. L'augmentation de la quantité de phosphates de Rachów (provenant soit de la surface, soit des couches plus profondes) et de phosphates de Smordwa, a donné en général des résultats plus satisfaisants que l'augmentation de la dose de phosphates de Kutyska, de Nasiłow ou de Niezwiska. Ce phénomène est peut-être en rapport avec la circonstance que les différentes poudres

de phosphates appliquées au cours des expériences, contenaient des quantités inégales de carbonates, soit exprimés en valeurs absolues, soit par rapport au P_2O_5 des diverses poudres employées. Le tableau V nous renseigne sur les quantités de P_2O_5 et de CO_2 dans les phosphates pulvérisés ayant servi d'engrais.

Tableau V.

	Phosphate provenant de					
	Kutyska	Smordwa	Rachów „de la surface“	Rachów „de la couche profonde“	Nasiłów	Niezwiska
P_2O_5	16.41	18.55	18.10	20.19	23.32	24.62
CO_2	4.55	3.34	4.15	4.53	10.00	9.27

Il résulte de ce tableau que les phosphates provenant de Kutyska, de Nasiłów et de Niezwiska, sont plus riches en carbonates que ceux de Smordwa et de Rachów (couche superficielle et couche profonde). Cette richesse s'exprime aussi bien en valeurs absolues qu'en valeurs relatives, par rapport au P_2O_5 que contiennent ces phosphates. Nous pouvons admettre par conséquent que le fait d'augmenter les doses de ces phosphates, a produit un effet relativement plus faible, parceque nous avons introduit en même temps de plus fortes quantités de carbonates et empêché peut-être ainsi la mobilisation du phosphore que contenait la poudre des phosphates appliqués.

Les résultats donnés par toutes les expériences sur des cultures en pots, exécutées dans différentes conditions pendant plusieurs années, ne peuvent qu'établir le fait que les phosphates polonais employés dans ces épreuves, sont pour l'avoine une source facilement accessible de phosphore, même lorsqu'on avait négligé decréer dans le sol des conditions favorables à la mobilisation du P_2O_5 du phosphate tricalcique, qui représente l'élément principal des poudres employées.

On pourrait se demander si la forte assimilabilité des poudres de phosphates, que nous venons de démontrer, aurait une répercussion sur les résultats des recherches concernant la solubilité de ces substances dans une solution d'acide citrique à 2 p. c.; on emploie celle-ci en effet pour fixer le degré d'assimilabilité du P_2O_5 que contiennent les scories Thomas. Pour pouvoir répondre à cette question, on a dosé le P_2O_5 soluble de différents échantillons de phosphates. En dehors de la méthode consistant à traiter 5.0 gr de poudre par 500 cm^3 de solution d'acide citrique à 2 p. c., on eut encore recours à un procédé modifié recommandé par Robertson[1]).

Cet auteur avait employé en effet cinq fois plus de liqueur par rapport à la

[1]) G. Scott Robertson. A comparison of the effect of various types of open hearth basic slags on grassland. Transactions of the Faraday Society, February 1921 Vol. XVI.

quantité de substance, de sorte qu'il traitait 1.0 gr de poudre de scories par 500 cm^3 de dissolvant. Il espérait pouvoir mieux se rendre compte ainsi de la valeur que représentait comme engrais, la poudre qu'on obtient de scories provenant de fours ouverts („open hearth' basic slags"), telles qu'on les produit en plus en plus grandes quantités en Angleterre. On s'était aperçu effectivement que des scories contenant les mêmes quantités de P_2O_5 soluble, obtenues en appliquant la proportion de 1 : 100, agissaient d'une façon différente, lorsqu'on s'en servait comme d'engrais. Dans le tableau VI, je reproduis plusieurs chiffres empruntés au travail de Robertson, concernant également les phosphates.

Tableau VI.

	P_2O_5 Total	P_2O_5 soluble			
		en p. c. de la substance		en p. c. du P_2O_5 total	
		1 : 100	1 : 500	1 : 100	1 : 500
Scories N 1	12.40	5.68	8.44	45.0	68.0
Scories N 2	11.74	2.36	7.12	20.1	60.6
Scories N 4	9.20	1.61	1.68	17.5	18.3
Scories N 5	10.97	3.75	4.85	34.2	44.3
Phosphate de Gafsa	26.21	10.05	23.36	38.3	89.1
Phosphate d'Algérie	29.32	9.79	24.22	33.4	82.6
Phosphate de Floride	33.19	6.06	20.88	18.2	62.6
Ahatite	39.49	1.28	4.16	3.2	10.5

Les chiffres ci-dessus nous apprennent que le fait d'employer de plus fortes quantités de dissolvant par rapport à la poudre, n'a pas eu la même influence sur les résultats de l'analyse des scories, vu que le degré de solubilité de l'acide phosphorique qu'elles contenait, est ou bien devenu sensiblement plus élevé ou n'a subi presque aucune modification appréciable. Lorsque, en voulant se rendre compte de la valeur fertilisante des scories appliquées comme engrais, on s'appuya sur les chiffres correspondant à une plus forte quantité de dissolvant employé, on put nettement observer un parallélisme entre le degré de solubilité du P_2O_5 des scories et les résultats qu'elles donnaient en tant que fumure.

On aboutit à des conclusions analogues, en étudiant une série de phosphates dont le degré de solubilité était élevé, voire même très supèrieur, lorsqu'on les traitait d'après la méthode modifiée de la façon indiquée ci-dessus. Quant à l'apatite, même dans ces conditions, il ne cédait que de très petites quantités d'acide phosphorique à la solution.

C'est à Mr. Strzemieński que nous devons les premières expériences sur la solubilité des phosphates polonais dans de l'acide citrique. Non seulement la proportion de la poudre de phosphates et du dissolvant avait été élargie au profit de ce dernier dans les épreuves en question, mais on prolongea encore la durée de leur contact. On se servit alors d'une poudre de phosphates de Niezwiska qui contenait 25.2 p. c. de P_2O_5. On triturait une partie de cette

poudre pendant quelque temps dans l'eau, pour étudier l'influence que pouvait exercer ce procédé sur le degré de solubilité. Le tableau VII nous apprend, dans quelle mesure le degré de solubilité dépendait de la proportion de la poudre de phosphates et du dissolvant.

Tableau VII.

	Concentration de l'acide citrique en p. c.	En p. c. de la substance		En p. c. du P_2O_5 total	
		1 : 100	1 : 500	1 : 100	1 : 500
Poudre de phosphate moulu à sec	1	—	13.9	—	55.2
	2	4.6	17.7	18.3	70.2
Poudre de phosphate trituré dans l'eau	2	5.4	22.0	21.4	87.3

Il résulte des chiffres réunis dans ce tableau que les phosphates de Niezwiska se comportaient tout comme ceux qu'avait étudiés Robertson. En augmentant cinq fois la quantité d'acide par rapport à celle de la poudre de phosphates, on vit le degré de solubilité de cette poudre moulue à sec, devenir presque quatre fois plus élevé, tandis que pour la poudre triturée dans l'eau, le degré en question avait plus que quadruplé, de sorte qu'il dépassait 87 p. c. Ainsi que le montre le tableau VIII, où nous donnons les résultats des analyses, obtenus après une période plus prolongée, durant laquelle la poudre de phosphates avait été en contact avec l'acide, ce dernier chiffre ne correspondait tout de même pas exactement au vrai degré de solubilité du phosphate de Niezwiska dans une solution d'acide citrique à 2 p. c.

Tableau VIII.

Durée de la digestion	½ h.	1 h.	7 h.	12 h.	24 h.	48 h.
En p. c. de la substance	17.5	19.0	23.4	24.3	24.7	25.2
En p. c. du P_2O_5 total	69.4	75.4	92.9	96.4	98.0	100.0

La proportion de substance et de dissolvant continua à être élargie au profit de celui-ci et équivalait à 1 : 500; la digestion prolongée exerça une influence très considérable sur les quantités de P_2O_5 passant dans la solution, de sorte que déjà après 24 h., 98 p. c. de la teneur totale en P_2O_5 étaient dans la solution et qu'après 48 h. les phosphates lui cédèrent tout l'acide phosphorique qu'ils contenaient.

Je voudrais encore attirer l'attention sur un des chiffres qui figurent dans le tableau VIII. On y trouve le résultat d'une analyse exécutée en appliquant de l'acide citrique à 1 p. c., résultat dont la valeur n'est pas bien inférieure à celle qu'on obtint en employant de l'acide à 2 p. c. On peut donc supposer qu'en

élargissant encore plus la proportion de substance et de dissolvant au profit de ce dernier, ou bien en prolongeant la digestion, on réussirait à dissoudre complètement tout l'acide phosphorique que contiennent les phosphates, même en se servant d'un dissolvant aussi peu concentré.

Les recherches sur la solubilité des phosphates polonais, ont été continuées par Mr. Z a j ą c z k o w s k i, qui á étudié des phosphates de R a c h ó w contenant 19.2 p. c. de P_2O_5. Dans ces expériences la proportion de poudre et de dissolvant variait dans les limites de 1 : 50 et de 1 : 1500, et la durée du contact de la poudre avec la solution de l'acide citrique, s'élevait soit à 1/2 h., soit à 48 h. Nous reproduisons dans le tableau IX, les chiffres relatifs aux ces analyses.

Tableau IX.

Durée de la digestion		Rapport de la poudre et du dissolvant						
		1 : 50	1 : 75	1 : 100	1 : 250	1 : 500	1:1000	1:1500
½ h.	En p. c. de la substance	3.5	5.2	6.3	12.6	15.5	17.2	17.5
48 h.		—	—	8.6	—	19,4	—	—
½ h.	En p. c. du P_2O_5 total	18.2	27.1	31.1	65.6	81.0	89.6	91.1
48 h.		—	—	44.8	—	101.8	—	—

A mesure qu'on employait plus de dissolvant pour une quantité donnée de phosphates, soumis à une digestion d'une 1/2 h., la valeur des résultats obtenus augmentait de plus en plus et l'on voyait les différences devenir très fortes. Ces valeurs commençaient à atteindre 3.5 p. c. par rapport à la substance employée (18.2 p. c. par rapport au P_2O_5 total), lorsque la proportion n'était que de 1 : 50; lorsqu'il s'agissait de la proportion habituelle de 1 : 100, elles ne s'élevaient qu'à 6.35 p. c. (33 p. c.); elles arrivaient à 15.55 p. c. (81 p. c.) et à 17.2 p. c. (89.6 p. c.) quand le rapport entre le phosphate et l'acide était de 1 : 500, respectivement de 1 : 1000; enfin, lorsque ce rapport fut élargi jusqu'à 1 : 1500, le degré de solubilité ne s'élevait plus qu'insensiblement, vu que la valeur obtenue correspondait à 17.5 p. c. (91.1 p. c.).

Le fait de prolonger la durée de la digestion, permettait d'élever le degré de solubilité, de sorte qu'on réussit à dissoudre entièrement l'acide phosphorique que contenaient les phosphates de R a c h ó w.

La solubilité augmentée par l'action plus prolongée de l'acide, s'explique probablement par la circonstance que dans les poudres étudiées de phosphates, obtenues en faisant passer la substance moulue à travers un crible dont les ouvertures avaient environ 0.16 mm de diamètre, à côté de particules très fines, on en trouvait d'autres un peu plus grosses, qui étaient d'abord attaquées par l'acide à la surface, de sorte qu'il ne les pénétrait entièrement qu'après un certain temps. C'est pour cette raison qu'on pouvait s'attendre que le résultat d'une analyse

entreprise après une demi-heure dépendrait dans une large mesure du degré de pulvérisation des phosphates. C'est encore du degré de pulvérisation que dépend la mobilisation de l'acide phosphorique que contient la poudre de phosphates employée comme engrais; aussi doit-on avoir soin de réduire en poudre aussi fine que possible, les phosphates destinés à fertiliser le sol.

Les résultats des recherches concernant la solubilité des phosphates de Niezwiska et de Rachów, nous permettent d'expliquer par conséquent, pourquoi la poudre de ces substances s'est montrée aussi efficace dans nos expériences sur des cultures en pots. Il ne restait plus qu'à étudier la solubilité des autres phosphates qui avaient été également l'objet de recherches dans le courant de cette année et qui comme nous l'avons appris, étaient pour l'avoine une source dont elle pouvait facilement tirer des aliments.

Ce fut Mr. Siegel qui se chargea de ces investigations, dont on trouvera les résultats indiqués dans le tableaux X et XI.

Tableau X.

P_2O_5 soluble dans de l'acide citrique à 2 p. c. en p. c. de la poudre

Durée de la digestion	Phosphate provenant de					
	Kutyska	Smordwa	Rachów „de la surface“	Rachów „de la couche profonde“	Nasiłów	Niezwiska
	Rapport 1 : 100					
½ h.	6.55	7.00	7.76	7.48	5.84	7.52
48 h.	7.74	8.42	8.99	8.74	6.47	9.18
	Rapport 1 : 500.					
½ h.	16.34	18.40	17.99	20.14	22.52	23.64
6 h.	16.44	18.74	18.08	20.31	23.27	24.63

Tableau XI.

P_2O_5 soluble dans de l'acide citrique à 2 p. c. en p. c. du P_2O_5 total.

Durée de la digestion	Phosphate provenant de					
	Kutyska	Smordwa	Rachów „de la surface“	Rachów „de la couche profondé“	Nasiłów	Niezwiska
	Rapport 1 : 100					
½ h.	39.9	37.8	42.9	37.1	25.0	30.5
48 h.	47.2	45.5	49.7	43.3	27.7	37.3
	Rapport 1 : 500.					
½ h.	99.6	99.2	99.4	99.8	96.6	96.0
6 h.	100.2	101.0	99.9	100.6	99.8	100.0

Il résulte des données réunies dans ces tableaux, qu'en ce qui concerne la solubilité des composés phosphorés dans de l'acide citrique à 2 p. c., les poudres

de phosphates polonais ne différaient qu'insensiblement entre elles. Les extraits obtenus en procédant de la même façon que pour préparer les extraits qu'on emploi pour se renseigner sur la valeur des scories Thomas (proportion de 1 : 100, agitation d'une demi-heure), contenaient de 5.8 à 7.8 p. c. de P_2O_5, quantités, qui rapport au P_2O_5 total des différentes espèces de poudres, correspondaient à 25—43 p. c. Ces valeurs varient entre des limites sensiblement plus étroites, lorsqu'on fait l'abstraction de la poudre de phosphates de Nasiłów, dont les extraits étaient les plus pauvres en P_2O_5. Nous trouvons alors pour les cinq autres poudres, des valeurs variant entre 6.5 et 7.8, respectivement entre 30 et 43 p. c. En prolongeant la durée de la digestion à 48 h. (temps pendant lequel le mélange a été soumis huit fois à l'agitation au moyen d'un appareil à rotation) et en gardant la même proportion de poudre et d'acide, on vit la teneur en P_2O_5 des extraits préparés avec les cinq espèces de poudres, ne subir qu'une augmentation de 1.2 à 1.6 p. c., tandis que lorsqu'on se servait de phosphate de Nasiłów, cet accroissement atteignait à peine 0.6 p. c. En revanche, lorsque la proportion de substance et d'acide fut élargie, pour atteindre la valeur de 1 : 500, le contenu de P_2O_5 des phosphates de Kutyska, de Smordwa et de Rachów (aussi bien de l'une que de l'autre espèce), passait entièrement dans la solution, déjà après une agitation d'une demi-heure et les phosphates de Niezwiska et de Nasiłów, le cédaient presque entièrement. Après une digestion de 6 h., le degré de solubilité atteignait également 100 p. c., même pour cette dernière catégorie de phosphates.

Ainsi tous les phosphates polonais étudiés cèdent relativement sans difficulté tout leur contenu d'acide phosphorique après avoir été traités par une solution d'acide citrique à 2 p. c. Ce degré élevé de solubilité est par conséquent parallèle à leur efficacité comme engrais, dont on put se rendre compte cette année par les expériences sur des cultures en pots.

Il vaut la peine de comparer les résultats obtenus par Mr. Siegel pour les phosphates de Niezwiska et de Rachów avec ceux de Mr. Strzemieński et de Mr. Zajączkowski, qui les avaient également étudiés auparavant. Lorsque nous comparons les chiffres relatifs à ces phosphates dans le tableau XI, avec les chiffres des tableaux VII et IX, nous nous apercevons sans peine que le degré de solubilité de ces deux phosphates, tel qu'il avait été déterminé précédement, était bien inférieur à celui que révèlent les valeurs établies par Mr. Siegel. Cette différence s'explique aisément par la circonstance que le degré de pulvérisation des produits employés, n'était pas le même. Tandis qu'aussi bien Mr. Strzemieński que Mr. Zajączkowski, avaient étudié des poudres, qu'on avait fait passer à travers des cribles dont les ouvertures avaient environ 0.16 mm de diamètre, le crible dont s'était servi Mr. Siegel, comptait 4900 ouvertures par cm^2 et le diamètre de celles-ci mesurait environ 0.08 mm. Or, si nous admettons que la facilité avec laquelle les phosphates se dissolvent dans de l'acide citrique à 2 p. c., dépend du degré de finesse des poudres, nous pouvons nous attendre qu'une poudre aussi fine

introduite dans le sol comme engrais, donne de meilleurs résultats, qu'une autre à grains plus gros.

Tous les résultats dont nons venons de nous entretenir sont certainement très encourageants, mais ilvne nous autorisent tout de même pas à juger de l'action des poudres de phosphates introduites dans le sol comme engrais. Ce ne sont que des expériences entreprises sur une plus grande échelle dans les champs, qui pourraient résoudre cette question. C'est pourquoi, on entreprit en Pologne des expériences de ce genre dans plusieurs localités et dans des sols différents, pour pouvoir se rendre compte à quels sols et à la culture de quelles plantes, il était possible d'appliquer avec profit les poudres de phosphates polonais comme source de phosphore.

Plusieurs épreuves concernant l'application des phosphates à la culture du seigle, qu'on entreprit en automne 1926 et plusieurs autres en rapport avec la culture de l'avoine datant de l'année courante, paraissent indiquer que les phosphates réduits en poudre fine et employés en plus grandes quantités, pourront prétendre au rôle d'un engrais fort utile.

Conclusions.

1. Les observations sur des phosphates polonais réduits en poudre, provenant de cinq localités différentes et appliqués à des cultures en pots ensemencées d'avoine, où ils servaient de source de phosphore, permettent de conclure que même dans des conditions pas particulièrement favorables à la mobilisation de leur acide phosphorique, celui-ci avait une grande valeur comme engrais.

2. Il résulte des recherches sur la solubilité de cinq différents phosphates polonais dans de l'acide citrique à 2 p. c., qu'en employant 500 cm^3 de dissolvant pour 1.0 gr de poudre de phosphates, on voit déjà après une agitation d'une demi-heure, l'acide phosphorique de cette poudre passer entièrement ou presque entièrement dans la solution.

Untersuchung über die Reaktion des Preßsaftes von Knollen verschieden gedüngter Kartoffeln.

Von Dr. Jan Włodek, Professor an der Jagiellon-Universität in Krakau, Jan Czynciela, Kazimierz Strzemieński in Krakau

1. Einführung.

Die untersuchten Katroffelknollen stammten von dem Versuchsfelde der Universitätsversuchswirtschaft Mydlniki bei Krakau. Das Versuchsfeld wurde von Professor K. Rogoyski im Jahre 1911 angelegt und seit diesem Jahre auf dieselbe Weise gebaut und gedüngt. Zwölf Pflanzen werden dort in einer gewissen Fruchtfolge und ohne Fruchtfolge angebaut [1]). Die Düngung wird nach dem bekannten Schema verabreicht: Volldüngung, ohne Stickstoff, ohne Kali, ohne Phosphorsäure, ohne Düngung. Die Dünger wurden an die Versuchsparzellen in folgenden Formen und Mengen verabreicht: Phosphorsäure wurde immer als Superphosphat in der Menge von 100 kg P_2O_5 pro Jahr auf ein ha zu Hackfrüchten gegeben, ausgenommen Kartoffeln, welche mit allen anderen Früchten 60 kg pro ha und Jahr bekommen. Kalidünger wurde zu allen Früchten bis zum Jahr 1914 als K_2SO_4 verabreicht, dann bis zum Jahr 1926 inkl. als 40% Kalidüngersalz, ausgenommen die Futter- und Zuckerrüben, die vom Jahre 1911 40% Kalidüngersalz bekamen. Die Halmfrüchte bekamen 100 kg K_2O pro Jahr und ha. Stickstoffdünger wurde bis zum Jahre 1914 als Ammonsalpeter gegeben, dann bis zum Jahre 1921 als Ammonsulfat, weiter bis zum Jahre 1925 als Kalksalpeter, und später wieder als Ammonsalpeter verabreicht. Es bekommen 54 kg N die Hülsen- und Halmfrüchte, 100 kg N die Hackfrüchte pro Jahr und ha.

Die Parzellen sind 25 m² groß und dreimal wiederholt (I, II, III). Die Fruchtfolgereihe wird „B", die Reihe ohne Fruchtfolge wird „A" genannt. In der Fruchtfolgereihe stehen die Kartoffeln im Felde nach Wickenfrucht. Im Jahre 1924 und 1925 wurde die Kartoffelsorte Dołkowski „Ursus", im Jahre 1926 Kameckes Parnassia angebaut.

2. Der Boden.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein an Phosphorsäure reicher, an Kali armer Lößboden, auf Sand- und Mergelunterlage [2]). Die Azidität des Bodens wurde mit der Chinhydronelektrode bestimmt. Aus jeder Parzelle wurden drei Proben entnommen und jede für sich untersucht.

---

[1]) Das heißt, es kehrt in der Reihe A von den zwölf Pflanzenarten jede jedes Jahr auf dieselbe Parzelle wieder.

[2]) Vgl. Haupt, Gleby Mydlnik, Kraków 1913, S. 40, Bodenprofil 60 u. 61.

Die Azidität des Bodens beträgt:

	Reihe A I Ph	Reihe A II Ph	Reihe A III Ph	Düngungsweise
	7.60 ± 0.02 [1])	6.12 ± 0.04	5.78 ± 0.16	nicht gedüngt
	7.52 ± 0.03	5.82 ± 0.17	5.53 ± 0.01	ohne Phosphorsäure
	7.37 ± 0.02	5.94 ± 0.13	5.44 ± 0.06	ohne Kali
	7.43 ± 0.05	6.04 ± 0.10	5.73 ± 0.12	ohne Stickstoff
	7.35 ± 0.02	5.93 ± 0.08	5.23 ± 0.04	Volldüngung

untersucht Frühjahr 1926.

1925	Reihe B I. Ph	Reihe B II. Ph	Reihe B III. Ph	Düngungsweise
	5.86 ± 0.03	5.79 ± 0.09	5.39 ± 0.08	nicht gedüngt
	5.39 ± 0.03	5.41 ± 0.05	5.29 ± 0.10	ohne Phosphorsäure
	5.46 ± 0.07	5.37 ± 0.11	5.19 ± 0.03	ohne Kali
	5.64 ± 0.25	5.50 ± 0.01	5.33 ± 0.04	ohne Stickstoff
	5.25 ± 0.05	5.40 ± 0.07	5.30 ± 0.17	Volldüngung

Auf diesen Parzellen wurden Kartoffeln im Jahre 1925 gebaut.

1926	Reihe B I. Ph	Reihe B II. Ph	Reihe B III. Ph	Düngungsweise
	5.92 ± 0.06	5.70 ± 0.01	5.76 ± 0.01	nicht gedüngt
	5.56 ± 0.12	5.32 ± 0.03	5.43 ± 0.09	ohne Phosphorsäure
	5.83 ± 0.10	5.43 ± 0.12	5.51 ± 0.09	ohne Kali
	5.57 ± 0.04	5.51 ± 0.04	5.41 ± 0.09	ohne Stickstoff
	5.10 ± 0.03	5.42 ± 0.08	5.15 ± 0.15	Volldüngung

Auf diesen Parzellen wurden die Kartoffeln im Jahre 1926 gebaut.

Aus obigen Ziffern ist zu ersehen, daß die Parzellen der Reihe A I einen sehr schwach alkalischen Boden, die der Reihe A II eine Azidität um Ph 6 besitzen, dagegen alle andere Parzellen eine schwankende Reaktion von Ph 5,1 bis Ph 5,8 haben.

Es läßt sich weiter feststellen, daß die nicht gedüngten Parzellen in allen Reihen das höchste Ph besitzen. Die anderen Parzellen zeigen keinen Einfluß der Düngung auf die Bodenazidität. Eine Tendenz zur Versäuerung zeigen vielleicht die Parzellen mit Volldüngung (auf 9 Reihen haben 5 dieser Parzellen die niedrigste Ph-Zahl).

3. Die Reaktion des Saftes der Kartoffelknollen.

a) Kolorimetrische Bestimmung, Kartoffelernte 1924, untersucht Februar 1925. (Nur Reihe A wurde untersucht.)

Die Untersuchung wurde anfangs auf diese Weise ausgeführt, daß wir auf dünne Kartoffelscheiben Tropfen von alkoholischen Indikatorlösungen

[1]) Wir geben in dieser Arbeit den mittleren Fehler des arithmetischen Mittels an.

(Bromkresolpurpur) gaben und den ungefähren Ph-Wert durch Vergleich mit farbigen Tabellen von Clark [1]) bestimmten. Auf diese Weise erhielten wir (Versuch Nr. I) den Ph-Wert der Säfte für Düngung ohne Stickstoff, ohne Phosphorsäure und Volldüngung um Ph 6, für Düngung ohne Kali Ph 6,2 bis 6,4. Wir haben weiter auch folgendermaßen versucht die Reaktion der Kartoffelsäfte zu bestimmen: ca. 10 ccm Substanz wurde aus Kartoffelknollen ausgeschnitten, zerkleinert, und über Nacht in 50 ccm dest. Wasser stehen gelassen. Wir erhielten (Versuch Nr. 2) für Kartoffeln

Düngungsweise	Ph
ohne Phosphorsäure . .	6.2
ohne Kali	6.6
ohne Stickstoff	6.3
bei Volldüngung . . .	6.3

5 g Kartoffelsubstanz drei Minuten in 25 ccm dest. Wasser gekocht gab folgende Resultate:

Versuch					
3	4	5		6	Düngungsweise
Ph	Ph	Rindenschicht Ph	Markschicht Ph	Ph	
6.4	6.2	6.5	6.4		ohne Phosphorsäure
6.7	6.7	6.6	6.7	6.7	ohne Kali
6.4	6.3	6.3	6.3		ohne Stickstoff
6.3	6.1	6.2	6.4	6.3	Volldüngung

Wo andere Angaben fehlen, benutzten wir Teile von Kartoffelknollen, die Rindenschicht und Markschicht enthielten. Alle obigen Bestimmungsreihen wurden mittels Nitrophenolen nach Michaelis ausgeführt.

Mit Bromkresolpurpur haben wir (nach Gillespie) noch folgende Ph-Werte erhalten:

Versuch				
7 Ph	8 Ph	9 Ph	10 Ph	Düngungsweise
			5.8	ohne Phosphorsäure
6.7	6.5	6.35	6.2	ohne Kali
			5.9	ohne Stickstoff
6.3	6.1	>6.15	5.9	Volldüngung

[1]) W. M. Clark, The Determination of Hydrogen Ions 1923, Fig. 8.

Bromthymolblau als Indikator benutzt ergab:

Versuch			
	11 Annähernd nach Clarks Tabellen Ph	12 Nach Gillespie Ph	Düngungsweise
	6.0—6.2	6.4	ohne Phosphorsäure
	6.4—6.6	6.6	ohne Kali
	6.0—6.2	6.5	ohne Stickstoff
	6.0—6.2	6.4	Volldüngung

Bei diesen Versuchen verfuhren wir auch in dieser Weise, daß wir 5 g Kartoffelsubstanz in 25 ccm dest. Wasser 3 Minuten lang kochten und den Ph-Wert der Flüssigkeit bestimmten.

Die kolorimetrische Bestimmung gab als eindeutiges Ergebnis, daß die von den K-Mangelparzellen unseres Versuchsfeldes stammenden Kartoffelknollen der Ernte vom Jahre 1924 eine wässerige Saftaufschwemmung lieferten, die im Vergleich mit Saftaufschwemmungen von anders gedüngten Kartoffeln einen höheren Ph-Wert zeigte.

b) Elektrometrische Bestimmungen.

Kartoffelernte 1925 und 1926, untersucht im Winter und Frühjahr 1926 resp. 1927.

Daß die Chinhydronelektrode sich zur Bestimmung der Reaktion von Kartoffelpreßsäften eignet, überzeugte uns folgender Versuch:

Ph des Kartoffelsaftes bestimmt mit der		
Wasserstoffelektrode	Chinhydronelektrode	Kartoffelsorte
5.79	5.78	v. Lochows Wolthman aus Dabrowica
5.78	5.78	v. Lochows Wolthman aus Niegowić
5.71	5.80	Richters Jubel aus Niegowić

Wir gewannen den Saft der Kartoffel von der Ernte 1925 auf folgende Weise: 8—10 Kartoffeln von der Größe 70—80 g wurden gewaschen und mittels eines verzinnten Gerätes zerrieben. Die von Saft triefende Masse wurde in Leinensäckchen gesetzt und in einer verzinnten hydraulischen Presse ausgepreßt.

Da die Leinwand eines Säckchens sich mit Kartoffelsaft erst sättigen mußte, bevor die durchgehenden Säfte keinen Änderungen unterlagen, preßten wir immer durch jedes frische Säckchen zwei Kartoffelproben desselben Ursprungs. Die Preßsäfte der zweiten Probe nahmen wir erst zur Untersuchung.

Wir untersuchten auch die Frage, ob bei verschiedenem Drucke, bei dem die Kartoffelpülpe ausgepreßt wurde, vielleicht verschiedene Azidität des Saftes sich ergeben wird. Diese Vermutung wurde aber nicht bestätigt, obwohl, wie in den folgenden Tabellen zu ersehen ist, die zweite Auspressung des Saftes mit 250 Atm. bei Reihe „B" alkalischer ist als der erste Saft, den wir bei einem Drucke von 50 Atm. erhielten. Dieser Unterschied wurde aber dadurch verursacht, daß

der Ph-Wert der Kartoffelsäfte die Tendenz hat anfangs etwas zu steigen, um später, etwa nach einer halben Stunde, zu fallen. Die Zeit zwischen dem ersten (50 Atm.) und zweiten (250 Atm.) Auspressen derselben Kartoffelpulpe genügte, um in diesem Falle den Saft etwas zu alkalisieren.

Diese Beobachtung ergab die Notwendigkeit eines raschen und gleichmäßigen Arbeitens bei Bestimmung der H-Ionenkonzentration des Kartoffelsaftes.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren folgende:

Reihe „B“	13 50 Atm. Druck Ph	14 250 Atm. Druck Ph	Düngungsweise
	6.13 ± 0.02	6.27 ± 0.03	ohne Düngung
	5.93 ± 0.02	6.07 ± 0.02	ohne Phosphorsäure
	6.24 ± 0.01	6.39 ± 0.02	ohne Kali
	5.96 ± 0.01	6.09 ± 0.02	ohne Stickstoff
	6.04 ± 0.02	6.17 ± 0.02	Volldüngung

Jede dieser Zahlen ist ein Durchschnittswert von 7 Einzelbestimmungen.

Reihe „A“ II	15 50 Atm. Druck Ph	16 250 Atm. Druck Ph	Düngungsweise
Kartoffeln	6.24, 6.17	6.31, 6.28	ohne Düngung
ohne	6.02, 6.03	6.12, 6.09	ohne Phosphorsäure
Fruchtfolge	6.26, 6.24	6.43, 6.39	ohne Kali
gebaut	6.05, 6.03	6.13, 6.12	ohne Stickstoff
	6.02, 5.97	6.17, 6.06	Volldüngung

Die Untersuchung der Preßsäfte der Ernte vom Jahre 1925 gab ein ähnliches Ergebnis, wie die des vorigen Jahres. Den höchsten Ph-Wert besaßen Kartoffeln, die auf Parzellen geerntet waren, die keine Kalidüngung erhielten.

Der Saft aus den Kartoffelknollen der Ernte vom Jahre 1926 wurde auf andere Weise erhalten. Einzelne Kartoffeln von dem Gewicht von 80—90 g wurden (gewaschen) zerrieben und die so erhaltene Pulpe in einer verzinnten Handpresse mit Sieb, ohne Säckchen, ausgepreßt.

Wir erhielten folgende Wasserstoffzahlen:

17 Reihe „B“ Ph	18 Reihe „A“ Ph	Düngungsweise
6.04 ± 0.03	6.02 ± 0.02	ohne Düngung
5.91 ± 0.02	5.85 ± 0.02	ohne Phosphorsäure
6.10 ± 0.03	6.06 ± 0.02	ohne Kali
5.96 ± 0.01	5.85 ± 0.02	ohne Stickstoff
5.89 ± 0.01	5.78 ± 0.02	Volldüngung

Jede dieser Zahlen ist ein Durchschnitt von 10 Einzelbestimmungen.

Eine weitere Untersuchung ergab folgende Ph-Werte:

19 Reihe A Ph	Düngungsweise:
6.00 ± 0.03	ohne Düngung
5.86 ± 0.03	ohne Phosphorsäure
6.01 ± 0.03	ohne Kali
5.91 ± 0.03	ohne Stickstoff
5.83 ± 0.03	Volldüngung

Jede dieser Zahlen ist ein Durchschnitt von 4 Einzelbestimmungen.

Das Ergebnis der Untersuchung von Preßsäften der Kartoffel der Ernte aus dem Jahre 1926 war ein ähnliches wie in den Jahren 1924 und 1925. Die Preßsäfte der Kartoffelknollen, die auf Kalimangelparzellen geerntet wurden, hatten im Vergleich mit anders gedüngten Kartoffeln einen höheren Ph-Wert.

4. Besprechung der Resultate.

Bevor wir das Hauptergebnis dieser Untersuchung besprechen, sei hervorgehoben, daß ein sechzehnjähriges ununterbrochenes Anbauen von Kartoffeln auf demselben Boden diesen in der Richtung jedenfalls nicht geändert hat, daß die auf ihm geernteten Kartoffelknollen eine andere Wasserstoffzahl der Preßsäfte zeigten wie die Preßsäfte der in Fruchtfolge gebauten Kartoffeln. Von den verschieden gedüngten Parzellen stammenden Kartoffelknollen — die ungedüngten Parzellen wollen wir vorläufig außer acht lassen — haben die Kalimangelkartoffeln Säfte mit dem höchsten Ph-Wert. Die Volldüngung, Düngung ohne Stickstoff, oder ohne Phosphorsäure haben keinen eindeutigen Einfluß auf die Wasserstoffzahl der Kartoffelsäfte. Bei Wertung dieses Befundes muß noch hervorgehoben werden, daß hier keine Rede vom Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration des Bodens sein kann, da die verschiedene Düngung der Parzellen keinen einschneidenden Einfluß auf den Ph-Wert des Bodens hatte, wie wir das im Anfang dieser Arbeit gezeigt haben. Auch sei hier noch hervorgehoben, daß wir immer von Reaktionen der Preßsäfte sprechen und unsere Befunde nicht direkt auf die Reaktion des Zellinneren übertragen, das heißt, wir nehmen die Möglichkeiten an, daß die verschiedenen Wasserstoffzahlen, die wir bei Preßsäften von Kalimangelkartoffeln im Vergleich mit anders gedüngten Kartoffeln finden, nicht preexistierend sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß erst nach dem Tode der Zelle diese verschiedenen Ph-Werte zum Ausdruck kommen. Weitere Versuche könnten vielleicht diese Frage klären.

Wenn wir nach Fehlerquellen suchen, die die von uns erhaltenen Resultate vortäuschen könnten, so ist an erster Stelle eine Möglichkeit von einem Salz- und Eiweißfehler bei unseren kolorimetrischen, wie auch elektrometrischen Messungen nicht sofort von der Hand zu weisen.

Es ist ja eine allgemein bekannte Tatsache, daß Kartoffelknollen, die bei Kalimangel gezogen wurden, einen viel höheren Stickstoffgehalt aufweisen wie normale.

In unseren Preßsäften (Reihe B) fanden wir bei

	„Amino"-Stickstoff	„Eiweiß"-Stickstoff	„Amino"- u. „Eiweißstickstoff"	Gesamt-Stickstoff (Kontrolle)
Volldüngung:	0.161	0.242	0.403	0.408
Kalimangel:	0.300	0.286	0.586	0.593

in Gramm pro 100 ccm des Preßsaftes.

Der Eiweißgehalt ist an sich ein nicht viel höherer (um 0,044%) bei den Kalimangelkartoffeln, und wird wohl nicht die Bestimmung beeinflußt haben.

Was den Salzfehler anbelangt, so haben wir Bestimmungen der Gefrierpunktserniedrigung ausgeführt (mit einem Beckmannschen Apparat) mit folgendem Ergebnis: Die Gefrierpunktserniedrigung war bei Preßsäften aus Kartoffelknollen gezogen bei

Volldüngung 0,620°,
Kalimangel 0,600°.

Der Unterschied von 0,020° zugunsten der Volldüngung wird wohl nicht in Betracht kommen.

Der beste Beweis aber, daß weder der Salz- noch der Eiweißfehler in den H-Ionenbestimmungen uns einen höheren Ph-Wert bei Preßsäften der Kalimangelkartoffelknollen vorgetäuscht hat, ist die Tatsache, daß wir bei Verdünnung der Säfte dieselben Resultate wie bei unverdünnten bekommen. Dies gilt, wenn wir die Bestimmungen, nach verschiedenen Indikatormethoden ausgeführt, mit den elektrometrischen vergleichen. Wir sehen dasselbe Bild bei folgenden elektrometrischen Bestimmungen: Mit dem Korkbohrer ausgeschnittene Knollenteile von ca. 3 g wurden in 10 ccm Wasser zerrieben.

Reihe B:	20 Ph	21 Ph	Düngungsweise
	6.14	6.18	bei Düngung ohne Phosphorsäure
	6.40	6.34	bei Düngung ohne Kali
	6.28	6.24	bei Düngung ohne Stickstoff
	6.30	6.22	bei Volldüngung

Die nächst höchste Wasserstoffzahl der Preßsäfte nach denen der Kalimangelknollen zeigt der Preßsaft der nicht gedüngten Kartoffeln. Diese Tatsache aber berechtigt uns zu keinen Schlüssen, da wir nicht wissen, welcher Nährstoff bei den nicht gedüngten Parzellen im Minimum ist. Die Art des Bodens und das allgemeine Aussehen, wie die tiefgrüne Farbe der Blätter, erlaubt zu vermuten, daß es sich hier auch um Kalimangel handelt. Auch sei hier daran erinnert, daß die nicht gedüngten Parzellen den höchsten Ph-Wert des Bodens aufweisen, obwohl wir auf eine diesbezügliche Wirkung auf die Preßsäfte keinen Glauben schenken wollen.

Der Unterschied des Ph-Wertes zwischen Preßsäften aus Volldüngungsknollen und Kalimangelknollen beträgt zugunsten der Kalimangelkartoffeln bei

kolorimetrischen Bestimmungen um Ph 0,3, bei elektrometrischen Bestimmungen um Ph 0,2.

Diese in dreijährigen Versuchen festgestellte Tatsache können wir vorläufig nicht erklären. Wir glauben aber die Vermutung aussprechen zu dürfen, daß sie im Zusammenhang mit hohem Gehalt an Stickstoffverbindungen steht, welcher so charakteristisch ist für Kartoffelknollen, die bei Mangel von Kalium-Ion erwachsen sind.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstraße 28 und 29

Handbuch
der biophysikalischen u. biochemischen
Durchforschung des Bodens

von

Ph. Dr. Julius Stoklasa
Professor an der Technischen Hochschule und Direktor der Staatlichen Versuchsstationen in Prag

unter Mitwirkung von

Dr. Ing. Ernst Gustav Doerell
Dozent für Landwirtschaft u. Bodenkunde der Deutschen Technischen Hochschule in Prag

Mit 91 Textabbildungen. — Groß-Oktav-Format. — 827 Seiten.

In Ganzleinen gebunden Rm. 34,—

Aus dem Inhalte:

I. Biophysikalische und biochemische Untersuchung des Bodens. Methoden der Bodenuntersuchung — Mechanische Bodenanalyse — Bestimmung der Wasserkapazität des Bodens — Bodenluft — Chemische Analyse des Bodens — Die Adsorptionsfähigkeit der Böden — Bestimmung der elektrolytischen Leitfähigkeit und der Katalese im Boden — Bodenreaktion — Methoden zur Bestimmung der Bodenazidität — Gaskettenmethode nach Michaelis — Feldmethode zur elektrometrischen Bestimmung der Bodenazidität nach M. Tronel — Kalorimetrische Methode — Bestimmung der Konzentration der Wasserstoffionen im Boden nach der modifizierten Methode von Michaelis — Die Methode nach Tacke und Süchting für Moorböden — Andere Methoden zur Bestimmung der Bodenreaktion — Austauschazidität — Kritische Bemerkungen bezüglich der Bodenreaktion und deren Bestimmung mit der elektrometrischen und kolorimetrischen Methode — Spezielle chemische Untersuchung des Bodens — Bestimmung der Nährstoffe in Bodenauszügen — der Radioaktivität im Boden und in der Bodenluft — Einfluß der natürlichen Radioaktivität der Mineralien und Gesteine auf die Keimung und Entwicklung der Pflanzen — Methoden zur Bestimmung der Radioaktivität im Boden und in der Bodenluft.

II. Methoden zur biologischen Erforschung des Bodens. Betrachtungen über die im Boden vorhandenen Mikroorganismen — Bakterien der Rhizosphäre — Methodik der Untersuchung des Edaphons — Isolierung der Edaphonbewohner und die biochemische Charakteristik der einzelnen Geobiontengruppen — Bakterien, die sich an dem Kreislauf des Stickstoffes in dem Haushalte der Natur beteiligen — Eiweißsynthese im Boden — Methanzersetzende Bakterien — Wasserstoffoxydierende Bakterien — Schwefelbakterien — Desulfurikatoren im Boden — Eisenbakterien — Actinomyces — Pilzkultur — Algenkultur — Protozoen — Bestimmung der Exkrete bei der Atmung ber Bakterienzelle — Biologische Absorption — Biochemische Methode zur Bestimmung des in aufnahmefähiger Form im Boden enthaltenen Phosphorsäureanhydrids und Kaliumoxydes — Bodenatmung — Kohlensäure als Standortsfaktor — Methoden zur Bestimmung des vom Boden produzierten Kohlendioxydes — Versuche behufs Eruierung, ob die organischen Substanzen im Boden den Heterotrophen als gute Kohlestoffnährquelle dienen — Einfluß des verschiedenen chemischen Charakters der organischen Substanzen auf die Atmungsprozesse im Boden — Abbauprozess der Zellulose im Boden — Oxydationsvorgänge der stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Boden — Atmungsintensität der Mikroorganismen — Atmung der Waldböden — Zusammensetzung der Drainwässer als Indikator der biochemischen Vorgänge im Boden — Wirkung des Stallmistes auf die Mechanik der Atmungsprozesse im Boden — Über den Einfluß der Radioaktivität auf die Dissimilationsvorgänge der Mikroorganismen im Boden — Namenregister — Sachregister.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstraße 28 und 29

Ende 1928 erscheint:

Handbuch der
Biologie des Radiums
und der radioaktiven Elemente

von

Ph. Dr. et Dr.-Ing. hc. Julius Stoklasa, dipl. Ing. agr.
Professor der Technischen Hochschule, Direktor der staatl. Versuchsstation in Prag
und Mitglied des Staatlichen Radiologischen Instituts in Prag
unter Mitwirkung von
R. Rat Dr. Ing. Josef Pěnkava
wissensch. Mitarbeiter des Staatl. Radiologischen
Instituts in Prag

Mit über 150 Textabbildungen — Umfang etwa 750 Seiten — Lexikon-Format

*

Dieses in Vorbereitung befindliche neue Werk des weltbekannten Forschers verdient die Beachtung aller Biologen, Physiologen, Mediziner und Landwirte. Die Publikation beruht auf mehr als 20 jährigen Studien und Beobachtungen nicht nur bezüglich der Verbreitung des Radiums in der Atmosphäre, Lithosphäre und Hydrosphäre, sondern auch über den Einfluß der Radioaktivität der Luft, des Bodens und des Wassers auf die biochemischen Vorgänge in der Zelle der niederen und höheren Organismen, über die Aufnahme der radioaktiven Induktionen durch den Pflanzen- und Tierorganismus und über die Einwirkung der Radioaktivität der verschiedenen radioaktiven Elemente auf die Kraft- und Stoffwechselprozesse und den Bau- und Betriebsstoffwechsel der Zelle der Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen. Diese Forschungen bieten die Grundlage der Erkenntnis der Wirkung der Alpha-, Beta- und Gammastrahlen auf die biochemischen Vorgänge in der pflanzlichen, tierischen und menschlichen Zelle und eröffnen ungeahnte Perspektiven bezüglich der Bedeutung der radioaktiven Elemente sowohl auf dem Gebiete der medizinischen Wissenschaften – und zwar in der Biologie, Biochemie und Therapie –, als auch auf dem Gebiete der agronomischen Wissenschaften, nämlich in der gesamten Pflanzen- und Tierproduktion. Es handelt sich hier um ein in der Weltliteratur einzig dastehendes Werk.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Agric
D

Sept. 27,1929. 235869

Author Doerell, Ernst Gustav and others

Title Festschrift.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU